

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Provozně-ekonomické porovnání autobusové a trolejbusové
dopravy v MHD**

*Operational and economical Compare Bus and Trolley Operation
in Urban Passenger Transport*

Student:

Martin Czernik

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Pavel Surovec, Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Zároveň bych chtěl poděkovat vedení společnost DPO a.s. za poskytnuté materiály, zejména: vedoucímu odboru silničních vozidel P. Gebauerovi.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB - TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že své dílo - diplomovou práci nebo poskytnutou licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

Plné jméno studenta

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

CZERNIK, M. *Provozně-ekonomické porovnání autobusové a trolejbusové dopravy v MHD.*

Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita
Ostrava, 2009, 62 s., Diplomová práce,
vedoucí: prof. Ing. Pavel Surovec, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá provozně-ekonomickým porovnáním autobusové a trolejbusové dopravy v městské hromadné dopravě.

V první části diplomové práce je proveden rozbor současného stavu. Následuje posouzení technických, technologických a ekonomických parametrů autobusů a trolejbusů v provozu ve městech v ČR. Další část se věnuje popisu metod provozně-ekonomického hodnocení. Na jejich základě je zhodnocena autobusová a trolejbusová doprava v Ostravě. Na konci práce jsou vysloveny odpovídající závěry ve využívání autobusové a trolejbusové dopravy.

ANNOTATION OF THE DIPLOMA THESIS

CZERNIK, M. *Operational and economical compare bus and trolley operation in urban passenger transport*

Ostrava: Institute of transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB
Technical University
Ostrava, 2009, 62 pages., Diploma thesis,
supervisor: prof. Ing. Pavel Surovec, Ph.D.

The diploma thesis deals with economic and operational comparison of a bus and trolley-bus transportation in a mass transportation.

In the first part of the diploma thesis is conducted an analysis of a current state which is followed by analysis of technical, technological and economic aspects of buses and trolley-buses that are in operation in the Czech Republic. The next part describes different methods of economic and operational classification. Based on these methods, an evaluation of the bus and trolley-bus transportation in Ostrava is conducted. At the end of the thesis are declared some appropriate conclusions about using the bus and trolley-bus transportation.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	8
1 Úvod	9
2 Rozbor současného stavu	5
2.1 Charakteristika a rozdělení dopravy	10
2.2 Technická základna	10
2.2.1 Technická základna.....	10
2.2.2 Dopravní stavby	13
2.2.3 Dopravní zařízení.....	13
2.3 Rozbor současného stavu autobusů a trolejbusů ve městě Ostrava	13
2.3.1 Provozně - technické ukazatele DPO a.s	13
2.3.2 Dopravní prostředky DPO a.s	14
2.4 Současný stav autobusů a trolejbusů v ČR	16
3 Technické, technologické a ekonomické parametry autobusové a trolejbusové dopravy v MHD	20
3.1 Technické parametry	20
3.1.1 Technické parametry autobusů	20
3.1.2 Technické parametry trolejbusů.....	21
3.2 Technologické parametry	23
3.2.1 Výhody a nevýhody autobusové a trolejbusové dopravy	23
3.2.2 Technologické parametry autobusů a trolejbusů	24
3.3 Ekonomické parametry v MHD.....	25
4 Metodika provozně-ekonomického porovnání	26
4.1 Metody provozního hodnocení dopravy	26
4.1.1 Převážné charakteristiky	27
4.1.1.1 Převážná vzdálenost	27
4.1.2 Dopravní charakteristiky.....	27
4.1.2.1 Kapacita vozidel.....	27
4.1.2.2 Oběžná doba a rychlost v hromadné osobní dopravě	29
4.2 Metody hodnotící výkonnosti dopravy	32
4.2.1 Dopravní výkon	32
4.2.2 Převážný výkon	35

4.2.3 Počet přepravených osob	35
4.3 Metody ekonomického hodnocení dopravy.....	36
4.4 Metody hodnotící kvalitu dopravy.....	40
4.4.1 Bezpečnost dopravy	40
4.4.2 Spolehlivost a přesnost	41
4.4.3 Pohodlí přemístění	41
4.4.4 Vliv dopravy na životní prostředí	42
5 Provozně-ekonomické porovnání autobusové a trolejbusové dopravy ve městě	
Ostrava	44
5.1 Provozní hodnocení autobusů a trolejbusů	44
5.1.1 Obsaditelnost autobusů a trolejbusů	44
5.1.2 Cestovní rychlost	47
5.1.3 Oběžná rychlost	47
5.1.4 Ostatní provozní hodnocení	48
5.2 Výkonnostní hodnocení autobusů a trolejbusů	48
5.2.1 Dopravní a přepravní výkon	48
5.2.2 Počet přepravených osob	49
5.3 Ekonomické hodnocení autobusové a trolejbusové dopravy.....	50
5.3.1 Porovnání vybraných typů autobusů a trolejbusů ve vybraných parametrech.....	53
5.3.1.1 Průměrné stáří vozidel.....	54
5.3.1.2 Spotřeba pohonných hmot, trakční energie.....	55
5.3.1.3 Spotřeba pneumatik.....	57
5.3.1.4 Spotřeba provozních kapalin.....	58
5.3.1.5 Opravy a údržba	59
5.3.1.6 Odpisy dopravních prostředků	60
5.3.1.7 Shrnutí vybraných parametrů	61
5.4 Hodnocení kvality autobusů a trolejbusů	63
5.4.1 Bezpečnost dopravy	63
5.4.2 Spolehlivost a přesnost	63
5.4.2.1 Ujeté km na výpadek v dopravě.....	64
5.4.2 Pohodlí přemístění	65
5.4.3 Vliv autobusů a trolejbusů na životní prostředí	65
6 Závěr a vyhodnocení	67

7 Závěr	69
Seznam použité literatury	70
Seznam příloh	71

Seznam použitých zkratek a symbolů

AC	Střídavý proud
ČR	Česká republika
DC	Stejnoseměrný proud
DPO a.s.	Dopravní podnik Ostrava akciová společnost
IAD	Individuální automobilová doprava
MHD	Městská hromadná doprava
PHM	Pohonné hmoty
P1 – P6	Plánované údržby
SPZ	Státní poznávací značka
SSZ	Světelné signalizační zařízení
ZTP	Zdravotně těžce postižený
cm ³	krychlový centimetr
h	hodina
Kč	měnová jednotka České republiky
Kg	kilogram
km	kilometr
kW	kilowatt
l	litr
mm	milimetr
m ²	čtvereční metr
m ³	krychlový metr
min	minuta
místkm	místový kilometr
oskm	osoba kilometr
tis.	tisíc
vozkm	vozový kilometr

1 Úvod

Městská hromadná doprava je nedílnou součástí každého moderního města. Její vývoj je vždy úzce spjat s hospodářským a politickým vývojem celého regionu. Městská hromadná doprava je situována v městských, příměstských a oblastech průmyslových zón.

Prostřednictvím dopravy se uskutečňují důležité vztahy související s bydlením, prací, zdravotnictvím, kulturou, vzděláním, zásobováním a ostatními důležitými odvětvími.

Hromadná osobní doprava je stále více nutná k uspokojení přepravních požadavků obyvatelstva, přičemž její funkce bude dána vlastnostmi ve vztahu ke zvládnutí potřeb přemístění obyvatel, k životnímu prostředí a k investiční náročnosti dopravního systému. K tomu je zapotřebí zajistit její dokonalou organizaci v rámci integrované dopravní soustavy a koordinaci technického rozvoje i veškeré řídicí organizační, tarifní, plánovací a investiční činnosti.

Dnešním velmi rychlým tempem rozvíjející se doba klade vysoké požadavky nejen na přepravu: úlohu dopravní obsluhy a veřejné hromadné přepravy osob, efektivnost, rychlost, bezpečnost, kvalitu aj., ale i otázka efektivity vynakládání finančních prostředků.

Cílem práce je provést posouzení technických, technologických a ekonomických parametrů autobusů v provozu ve městech České republiky. Dále navrhnout metodiku provozně-ekonomického srovnání a na základě této metodiky porovnat autobusy a trolejbusy ve městě Ostrava. Po tomto porovnání vyslovit odpovídající závěry ve využívání autobusové a trolejbusové dopravy.

2 Rozbor současného stavu

2.1 Charakteristika a rozdělení dopravy

Doprava má mimořádný význam pro rozvoj každé společnosti, především pro rozvoj národního hospodářství a celkovou prosperitu státu. Obecně lze dopravu charakterizovat jako organizovanou a záměrně prováděnou činnost, sloužící k přemístění osob a věcí ze zdroje do cíle cesty. Toto přemístění, které je výsledným produktem dopravní činnosti, se nazývá přeprava.

Z hlediska funkce se doprava dělí na dopravu osobní a nákladní. Dále se osobní doprava dělí z hlediska dopravních prostředků na individuální a hromadnou. Specifickým druhem hromadné osobní dopravy je městská hromadná doprava. Tato doprava zajišťuje přepravu osob hromadnými nekolejovými i kolejovými dopravními prostředky. Městská hromadná doprava tvoří samostatný dopravní a přepravní systém. Pro tento systém je charakteristické dosažení velkých přepravních výkonů při malé přepravní vzdálenosti.

2.2 Technická základna

Technická základna je hlavní složka dopravy. Městská hromadná doprava je sestavená stejně jako jiné dopravní systémy z mobilní a stabilní technické základny. Do mobilní technické základny patří dopravní prostředky a do stabilní technické základny spadají dopravní zařízení a dopravní stavby.[2]

2.2.1 Dopravní prostředky

Dopravní prostředky jsou pohyblivá technická zařízení, kterými se uskutečňuje přeprava osob a věcí. Každý druh dopravy má své charakteristické dopravní prostředky. K městské hromadné dopravě řadíme především autobusy, trolejbusy, tramvaje, vozidla metra a rychlodrážní vozidla. V mé práci se budu zabývat autobusy a trolejbusy.

Autobusy:

Autobusy jsou nezávislé dopravní prostředky, které se vyznačují velkou pružností a přizpůsobivostí při změnách přepravních nároků v rámci městské hromadné dopravy. Konstrukce a vybavení autobusů umožňuje v městské hromadné dopravě zvýšit obsaditelnost zvětšením prostoru pro stojící cestující a snížením počtu sedadel s ohledem na užitečnou hmotnost vozidla. Autobus se používá ve všech dopravních sítích městské hromadné dopravy jako jediný dopravní prostředek nebo jako integrovaná součást dopravních systémů v koordinaci s jiným druhem dopravy. Vzhledem k vlastnostem autobusu jako nezávislého dopravního prostředku jej mohou v případě poruch, nehod, oprav dopravních cest a mimořádných událostí nahradit jiné druhy dopravy.

Podle zákona Ministerstva dopravy č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích patří autobus do kategorie M. Kategorie M – motorová vozidla, která mají nejméně čtyři kola a používají se pro přepravu osob.

Kategorie vozidel M se člení na:

M₁ – vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče nebo víceúčelového vozidla,

M₂ – vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost nepřevyšuje 5000 kg.

M₃ – vozidla, která mají více než osm míst k přepravě osob, kromě místa řidiče a jejichž největší přípustná hmotnost převyšuje 5000 kg.

Podle účelu použití se autobusy dělí na:

- Městský (B), který svojí konstrukcí a vybavením je určen pro městskou dopravu, tato třída autobusu má místa pro sedící a místa pro stojící cestující a dovoluje jejich pohyb odpovídající častým zastávkám,
- meziměstský (C), jež svojí konstrukcí a vybavením je určen pro dopravu mezi jednotlivými městy. Tato třída autobusu nemá zvlášť určené místo pro stojící cestující, může je však přepravovat na krátké vzdálenosti v uličce,
- dálkový (LC), který svojí konstrukcí a vybavením je určen pro dálkovou dopravu sedících osob. U této třídy autobusu se vyžaduje větší pohodlí pro cestující a stojící cestující se nepřepavují.

Podle typu konstrukce se dělí na:

- velký autobus (obsaditelnost 23 a více míst)
- malý autobus (obsaditelnost 9 až 22 míst)
 - a) minibus (obsaditelnost 9 až 16 míst)
 - b) midibus (obsaditelnost 17 až 22 míst)

Podle provedení se dělí na:

- kloubové (článkové) – rám vozidla je spojen dvěma částmi, a to mezi druhou a třetí nápravou pomocí kloubu v podvozku. Tyto rámy vozidel mohou být v provedení standard nebo nízkopodlažní.
- standard – rám vozidla je spojen jako jeden celek. Je svařen z ocelových profilů, výška podlahy bývá 790 mm – 890 mm.
- nízkopodlažní – rám vozidla je spojen jako jeden celek. Vyznačují se nižší podlahou než standardní autobusy. Výška podlahy bývá od 310 do 330 mm.

Trolejbus:

Je automobil poháněný elektrickým motorem s příívodem a odvodem trakční energie, určený pro trolejbusové dráhy a přizpůsobený k provozu na pozemních komunikacích. Trolejbus je polozávislé vozidlo, protože je při jízdě omezen polohou trolejového vedení a délkou tyčových sběračů. (Aby se minimalizovali dodávky elektrické energie je možné použít tzv. hybridní trolejbusy). Jejich základním principem je použití dvou pohonů. Jeden pohon zajišťuje jízdu vozidla bez trolejového vedení. Je buď použit spalovací motor nebo elektrický pohon napájený z akumulátorových baterií.

Trolejbusy vznikly v roce 1882 jako autobus s elektrickou trakcí, návrháři se snažili vymyslet kompromis mezi oběma koncepcemi. Trolejbusová doprava byla v největším rozkvětu v polovině 20. století, po několika desetiletích útlumu prochází od konce 20. století mírnou renesancí.

Trolejbusy se dělí do následujících tříd:

- třída I – městský trolejbus se sedadly a místy pro stojící cestující v uličce
- třída II – meziměstský trolejbus se sedadly a místy pro stojící cestující v uličce

2.2.2 Dopravní stavby

Dopravní stavby představují převážně dopravní cesty, dále jsou tam zahrnuty zastávky, dílny, garáže, stanice, vozové depa, odstavné plochy a stavby pro energetické zařízení. Dopravní cesta je hmotně vymezený a technicky upravený prostor pro dopravu. Tento prostor je určen pro pohyb dopravních prostředků, chodců a zvířat nebo je určen k přepravě pevných i sypkých materiálů, kapalných i plyných látek.

2.2.3 Dopravní zařízení

Dopravní zařízení zahrnuje technické objekty a jiné prostředky, které ulehčují, zrychlují a zohospodárňují dopravu. Toto zařízení také přispívá k bezpečnosti, kvalitě, plynulosti a kulturnosti dopravy. Patří zde zabezpečovací a sdělovací zařízení a zařízení pro odbavování a informování cestujících.

2.3 Rozbor současného stavu autobusů a trolejbusů ve městě Ostravě

Městskou hromadnou dopravu na území města Ostravy zajišťuje akciová společnost Dopravní podnik Ostrava a.s. (DPO a.s.). Zakladatelem a akcionářem je Statutární město Ostrava.

Obor činnosti:

- poskytování služeb městské hromadné dopravy ve Statutárním městě Ostravě a přilehlém území (tramvajové, trolejbusové a autobusové),
- projektování, výstavba, údržba a opravy dopravní cesty,
- údržba, opravy a modernizace dopravních prostředků, montáž tramvají a trolejbusů,
- projektování dopravní obsluhy území, výcvik řidičů, prodej reklamy.

2.3.1 Provozně - technické ukazatele DPO a.s.

Přehled provozně - technických ukazatelů uskutečněných Dopravním podnikem Ostrava a.s. v letech 2006 až 2008 jsou uvedeny v tabulkách 2.1 a 2.2. Jsou zde uvedeny pouze ukazatele autobusů a trolejbusů. Ukazatele tramvají neuvádím.

Tabulka 2.1: Provozně – technické ukazatele – autobusy [6]

Autobusy	2006	2007	2008
Počet linek	62	67	62
Délka linek (v km)	859,7	887,4	826,2
Počet vozidel	319	318	321
Počet řidičů	573	572	582
Ujeté vozkm (v tis. km)	18399	18285	18289
Délka provozní sítě (v km)	364,1	380,5	376,4
Oběžná rychlost (km/h)	19,07	18,97	18,94
Podíl vypravených nízkopodlažních vozidel v %	19,76	24,91	28,26

Tabulka 2.2: Provozně – technické ukazatele – trolejbusy [6]

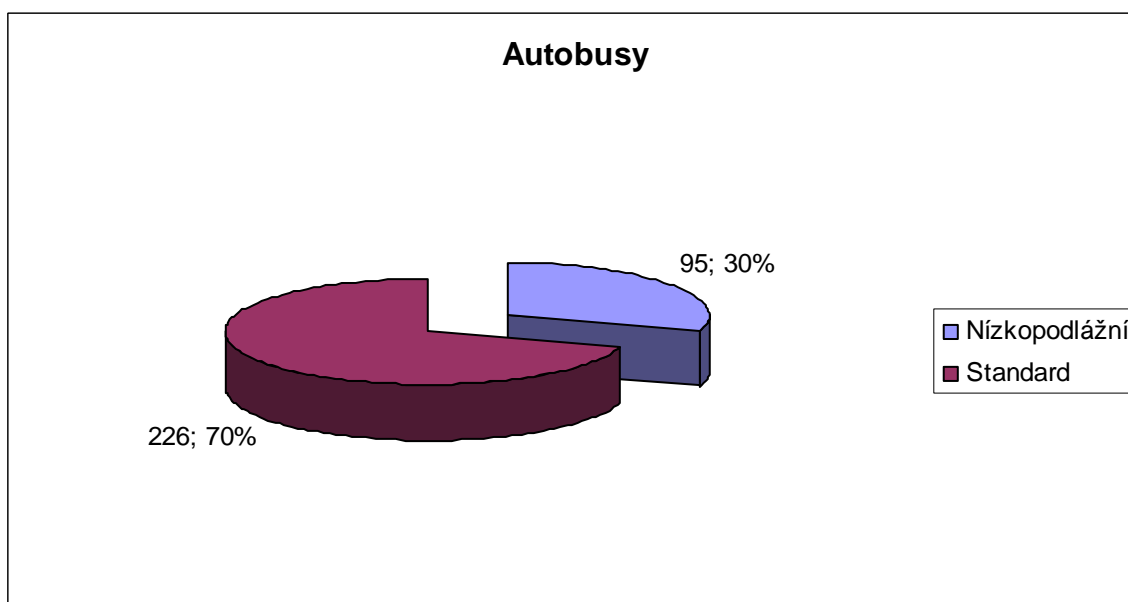
Trolejbusy	2006	2007	2008
Počet linek	11	10	9
Délka linek (v km)	90,4	86,9	81,9
Počet vozidel	65	66	64
Počet řidičů	131	130	126
Ujeté vozkm (v tis. km)	3018	2999	3075
Délka provozní sítě (v km)	29,3	29,3	29,3
Oběžná rychlost (km/h)	13,97	14,35	14,29
Podíl vypravených nízkopodlažních vozidel v %	45	50,98	53,75

2.3.2 Dopravní prostředky DPO a.s.

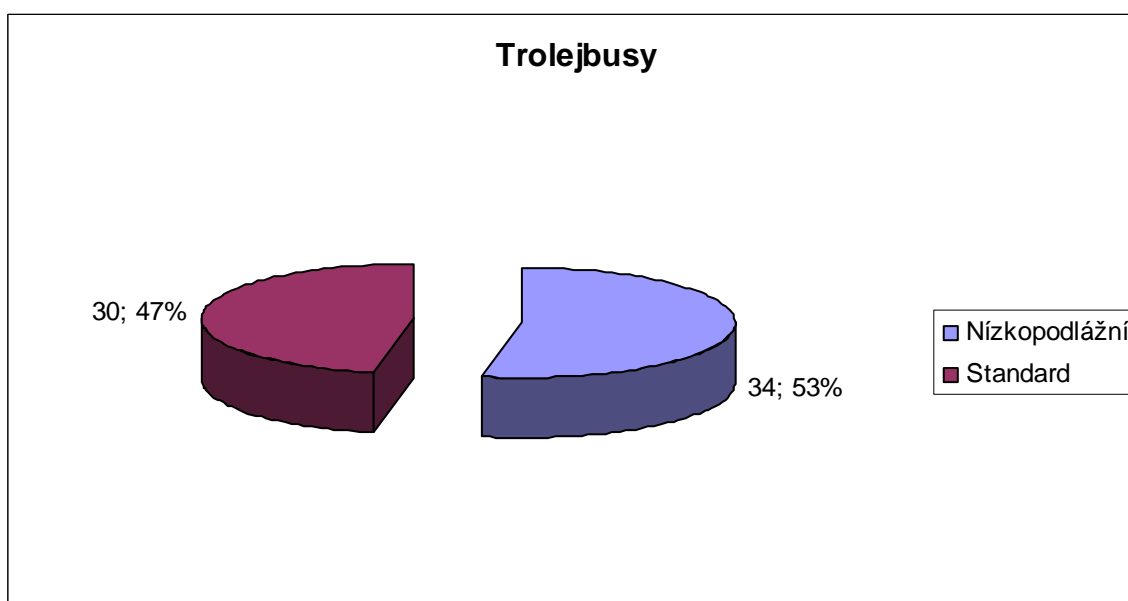
Mobilní technická základna Dopravního podniku Ostrava a.s., je tvořena autobusy, trolejbusy a tramvaji. K 31.12. 2008 činil stav vozového parku: 321 autobusů, 282 tramvají a 64 trolejbusů. Z celkového počtu je 193 vozidel nízkopodlažních: 95 autobusů, 64 tramvají a 34 trolejbusů.

Na grafech 2.1 a 2.2 jsem uvedl provedení autobusů a trolejbusů. První číslice znamená počet vozidel v jednotlivém provedení. Druhá číslice uvádí procentuální zastoupení z celkového počtu.

Graf 2.1: Provedení autobusů (DPO a.s., k 31 .12. 2008)



Graf 2.2: Provedení trolejbusů (DPO a.s., k 31 .12. 2008)



V poslední době je ve všech dopravních podnicích trendem provozování nízkopodlažních autobusů a trolejbusů. Nabízejí pohodlnější nastupování a vystupování pro cestující méně pohyblivé.

Současný stav vozového parku je uveden v tabulkách 2.3 a 2.4 s výjimkou tramvají.

Tabulka 2.3: Stav vozidlového parku – autobusy, k 31. 12. 2008

Autobusy - typ	Počet (ks)
Karosa B 732	69
Karosa B 741	14
Karosa B 932	58
Karosa B 941	30
Karosa B 952	45
Karosa B 961	8
Karosa C 954	1
Karosa – Renault City Bus	13
Minibus MB	5
Minibus Fiat	3
Solaris Urbino 12	36
Solaris Urbino 12 H	1
Solaris Urbino 15	26
Irisbus Citelis	12
Celkem	321

Tabulka 2.4: Stav vozidlového parku – trolejbusy, k 31.12. 2008

Trolejbusy - typ	Počet (ks)
Škoda 14 TR	21
Škoda 15 TR	9
Škoda 21 TR	15
Solaris Trollino 12 AC	14
Solaris Trollino 15 AC	4
Solaris Trollino 18 AC	1
Celkem	64

2.4 Současný stav autobusů a trolejbusů v ČR

V současné době (v roce 2009) jsou v České republice v provozu autobusy a trolejbusy různých značek jak od tuzemských, tak od zahraničních výrobců. V tabulkách 2.5 a 2.6 jsou uvedeny autobusy a trolejbusy, které jsou v současné době provozovány na území České republiky.

Tabulka 2.5: Autobusy v ČR v roce 2009

Karosa B 7xx
Karosa B 9xx
Karosa - Renault City Bus 12M, 18M
Mercedes Benz 412D, 411CDI, Citaro L
Solaris Urbino 12, 15, 18
Sor B 7,5; B 9,5; B 10,5; BN 12
Sor NB 12, 18 City
Škoda 21 Ab
Fiat - Mave CiBus ENA MV 54A
Tedom C12D, L12G
Ikarus E91
Citelis Irisbus 12M, 18M, CNG
Irisbus Crossway LE

Na následujících obrázcích jsou znázorněny některé typy autobusů.



Obr. 2.1: Autobus – Solaris Urbino 15



Obr. 2.2: Autobus – Citelis Irisbus 12M

Tabulka 2.6: Trolejbusy v ČR v roce 2009

Solaris Trollino 12 DC, 12 AC, 15 AC, 18 AC
Škoda 14 Tr, 15 Tr, 21 Tr, 22 Tr, 26 Tr
Škoda Irisbus 24 Tr, 25 Tr
Škoda Solaris 28 Tr
Sor TN 12



Obr. 2.3: Trolejbus – Solaris Trollino 18 AC



Obr. 2.4: Trolejbus – Solaris Trollino 15 AC

Trolejbusy jsou provozovány v roce 2009 v těchto městech:

- Brno
- České Budějovice
- Hradec Králové
- Chomutov – Jirkov
- Jihlava
- Mariánské Lázně
- Opava
- Ostrava
- Pardubice
- Plzeň
- Škoda Ostrov
- Teplice
- Ústí nad Labem
- Zlín – Otrokovice

3 Technické, technologické a ekonomické parametry autobusové a trolejbusové dopravy v MHD

3.1 Technické parametry

3.1.1 Technické parametry autobusů

Každé vozidlo má uvedeno základní přehled technických parametrů. Tyto parametry představují údaje o motoru, karosérii, základních hmotnostech a rozměrech. Technické parametry dávají představu o vozidlech a jejich využití podle daných možností. Požadované parametry jsou zapsány v technickém průkazu, který je základním dokladem vozidla.

Výběr některých parametrů, které jsou vněm zaznamenány: základní technické údaje o vozidle, údaje o uvedení do provozu a potvrzení o převzetí vozidla uživatelem. Dále obsahuje údaje o provedení technické kontroly.

Pro vozidla v provozu MHD byl vytvořen technický standard, který stanovuje základní nároky na vozidla. Jedna ze základních podmínek je nízká podlaha a plošina pro invalidní vozíky. Tato konstrukce umožňuje rychlý nástup a výstup tělesně postiženým a pohybově omezeným cestujícím a přispívá k celkově rychlému odbavení vozidla na zastávce a též vyšší provozní bezpečnost.

Druhý velmi důležitý konstrukční prvek je použitý motor, kde je kladen důraz na ekologický provoz. Moderní motory řízené elektronickou optimalizací splňují emisní limity EURO. Karoserie je další důležitý konstrukční díl a se svou úpravou katoforézí a použitím plastů, laminátů, nerezové oceli a lehkých kovů umožní provozovat tato vozidla po dobu cca 15 let.

V tabulkách 3.1 jsem uvedl vybrané technické údaje autobusů.

Tabulka 3.1: Vybrané technické údaje autobusů [5], [8], [10], [11], [13]

	Výkon (kW)	Objem válců (cm³)	Pohotovostní hmotnost (kg)	Celková hmotnost (kg)	Max. rychlost (km/h)
Karosa B 7xx	148-180	11940	9400-13700	15780-25600	70-87
Karosa B 9xx	175-188	7790-11940	10200-14400	17000-26000	70-88
Škoda 21 Ab	162	-	9600	16000	76
Solaris Urbino 12	162-188	6871-9186	10500-12000	18000-19000	80
Solaris Urbino 12H	180	7790	10800-12400	18000-18500	80
Solaris Urbino 15	191-231	9186	13500	24000-25000	80
Solaris Urbino 18	228-266	-	14000-16000	28000	80
Mercedes Benz 412 D	90	2874	3090	4600	147
Mercedes Benz 411 CDI	90	2874	2940	4600	147
Karosa - Renault Citybus 12M	186	9840	11380	18000	78
Karosa - Renault Citybus 18M	213	9840	17300	28500	-
Irisbus Crossway LE	194-243	5900-7900	-	18000	-
Fiat - Mave CiBus	115,5	2999	3960	5400	90
Citelis Irisbus 12M	180-213	7800	11200	18000	65,3-110,5
Citelis Irisbus 18M	213	7800	17300	28000	72,4-102,5
Citelis Irisbus 18M CNG	200	7800	11200	18000	70,6-90
Citelis Irisbus 12M CNG	228	7800	17300	28000	60-85
Sor B 7,5	100	-	6000	9700	80
Sor B,BN 9,5	176	5800	7600	14000	80
Sor B,BN 10,5	185	5880	8100	15000	80
Sor BN,BNG 12	194-209	5880	8800-9500	16500	80
Sor NB 12 City	194	5800	9700	16700	80
Sor NB 18 City	243	-	14500	25500	80
Ikarus E91	114-125	-	9200	-	-
Mercedes Benz Citaro L	185-260	6400-12000	-	-	100
Tedom C12D, L12G	210-213	7140-11946	11000-11800	18000	80-100

3.1.2 Technické parametry trolejbusů

U trolejbusu jsou technické parametry a údaje zaznamenány v průkazu způsobilosti drážního vozidla. Jsou zde obsaženy údaje o rozměrech, hmotnostech, stoupaní, trakčním motoru a ostatní údaje.

V dřívější době postačoval k řízení trolejbusu průkaz řidiče drážního vozidla. Od 1.1.2001, kdy vstoupil v platnost zcela nový zákon o provozu na pozemních komunikacích (č. 361/2000 Sb.) musí mít řidič trolejbusu řidičský průkaz skupiny „D“ (autobus), plus zkoušky na obsluhu „elektrické části“ trolejbusu. V ČR trolejbusy nemají registrační značku (bývalá SPZ), ale v některých evropských státech ji mají.

V tabulce 3.2 jsem uvedl vybrané technické údaje trolejbusů.

Tabulka 3.2: Vybrané technické údaje trolejbusů [5], [9], [10]

	Výkon (kW)	Pohotovostní hmotnost (kg)	Celková hmotnost (kg)	Max. rychlost (km/h)
Solaris Trollino 12 AC, DC	175	11340	18000	70
Solaris Trollino 15 AC	175	13800	25000	70
Solaris Trollino 18 AC	250	19700	28000	70
Sor TN 12 C	175	9715	16500	70
Škoda 14 Tr	100	10000	16000	65
Škoda 15 Tr	2x100	16400	26000	65
Škoda 21 Tr	132	10950	16900	65
Škoda 22 Tr	2x140	18000	28000	75
Škoda 26 Tr	210	11500	-	65
Škoda Irisbus 24 Tr	210	11990	-	65
Škoda Irisbus 25 Tr	240	17400	-	65
Škoda Solaris 28 Tr	240	14000	-	65

Rozdíl mezi karoserií autobusu a trolejbusu:

Autobus a trolejbus se z hlediska karoserie velmi podobají. Přesto se dlouhá léta vyráběly s odlišnými karoseriemi. Každé z vozidel má totiž svá specifika. Autobus potřebuje v jednom místě (většinou vzadu) velký prostor na rozměrný spalovací motor a převodovku, proto musí mít vysoko umístěnou podlahu nebo nějaký vyhrazený „box“ v místě, kde je motor s převodovkou.

Trolejbus spíše potřebuje více prostoru rozloženého po celé délce vozu. V blízkosti stanoviště řidiče musí být dostatek místa pro elektroinstalaci nutnou k řízení. U hnané nápravy se nachází elektromotor (který je však menší než spalovací motor). Různé části výzbroje mohou být umístěny libovolně.

Dnes se především z ekonomických důvodů a důvodů sjednocení náhradních dílů zcela nové karoserie nestaví, ale používají se autobusové karoserie. Elektrická výzbroj se u nízkopodlažních vozidel umísťuje na střechu. U nás i jinde se na linkách s velkými intenzitami přepravních proudů používají kloubové trolejbusy.

3.2 Technologické parametry

Na začátku této kapitoly se budu zabývat výhodami a nevýhodami autobusové a trolejbusové dopravy. Na konci kapitoly vyberu z těchto výhod a nevýhod technologické parametry.

3.2.1 Výhody a nevýhody autobusové a trolejbusové dopravy

Autobus

Výhody:

- Volnost pohybu,
- nejlépe zabezpečená návaznost na IAD,
- operativnost nasazování vozidel,
- porucha nejméně ovlivňuje provoz,
- menší investiční náročnost,
- dobré plošné pokrytí v dopravní obsluze území.

Nevýhody:

- Negativní vliv na životní prostředí (exhalace, vibrace, hluk a prach),
- menší účinnost spalovacího motoru ve srovnání s elektrickým trakčním motorem,
- ztráty při běhu naprázdno,
- vysoká spotřeba pohonných hmot,
- nižší životnost motoru.

Trolejbus

Výhody:

- Elektromotor jde krátkodobě přetížit oproti spalovacího motoru,
- hygienický provoz bez škodlivých exhalací v místě dopravní obsluhy,
- vyšší účinnost elektrického trakčního motoru ve srovnání se spalovacím motorem,
- úspora energie při brzdění(rekuperací),
- při běhu naprázdno nedochází ke ztrátám energie,
- podstatně menší hlučnost,
- možnost zastavení u chodníku,
- spotřeba elektrické energie.

Nevýhody:

- Malá volnost pohybu dána polozávislosti trakce (výjimky: provoz na akumulátorové baterie, provoz na dieselagregát, provoz na setrvačník),
- malá přetížitelnost,
- vyšší náklady na ujetý kilometr než autobusy,
- vyšší cena nového vozidla,
- závislost na dodávce elektrické energie,
- způsobuje shrnování asfaltu (na zastávkách, před stop čarou křižovatky),
- nižší rychlost při průjezdu výhybky.

3.2.2 Technologické parametry autobusů a trolejbusů

Autobus

- Volnost pohybu,
- nejlépe zabezpečená návaznost na IAD,
- operativnost nasazování vozidel,
- porucha nejméně ovlivňuje provoz,
- dobré plošné pokrytí v dopravní obsluze území,
- negativní vliv na životní prostředí (exhalace, vibrace, hluk a prach).

Trolejbus

- Hygienický provoz bez škodlivých exhalací v místě dopravní obsluhy,
- podstatně menší hlučnost,
- možnost zastavení u chodníku,
- malá volnost pohybu dána polozávislosti trakce (výjimky: provoz na akumulátorové baterie, provoz na dieselaagregát, provoz na setrvačník),
- malá přetížitelnost,
- závislost na dodávce elektrické energie,
- způsobuje shrnování asfaltu (na zastávkách, před stop čarou křižovatky),
- nižší rychlost při průjezdu výhybky.

3.3 Ekonomické parametry v MHD

Ekonomika dopravy se řadí mezi odvětvové ekonomiky, jejíž hlavním úkolem je zkoumání ekonomických vztahů v dopravě v rámci národního hospodářství. Podmětem zkoumání jsou výrobní vztahy ve vlastním výrobním procesu.

Základním ekonomickým ukazatelem provozu vozidla je spotřeba pohonných hmot a trakční energie, dále spotřeba provozních náplní, pneumatik, údržba, plánovaná údržba a její pracnost ve vztahu k nákladům, náklady na pořízení náhradních dílů, platy řidičů, odpis dopravních prostředků, dopravních cest a dopravních zařízení a ostatní přímé náklady. K nákladům pro provoz vozidla patří i nepřímé náklady jako je provozní a správní režie.

Hlouběji se těmto parametrům budu věnovat v kapitole 4.3.

4 Metodika provozně-ekonomického porovnání

V této kapitole se budu zabývat volbou vhodných kritérií pro provozně-ekonomické hodnocení autobusů a trolejbusů. Provozní a ekonomická kritéria jsou důležitá, jak pro provozovatele, tak i pro cestujícího ve spolehlivosti a kvalitě přepravy.

Pro hodnocení je možno použít množství hodnotících kritérií, kritéria lze rozdělit do několika kategorií:

- provozní kritéria: kritéria související s provozem,
- výkonová kritéria: kritéria hodnotící výkon,
- ekonomické kritéria: kritéria zabývající se náklady vzniklými provozováním dopravy vztaheným k výkonům dopravy,
- kritéria hodnotící kvalitu: kritéria zabývající se kvalitou dopravy.

Dále uvedené metody a hodnotící kritéria jsou popisována v literatuře [4].

Na základě těchto zdrojů je tato kapitola zpracována.

4.1 Metody provozního hodnocení dopravy

Provozní kritéria lze rozdělit do dvou skupin. Každá z těchto skupin obsahuje podskupiny. Já jsem se zaměřil na skupinu, která se nazývá dopravní charakteristika. Pro lepší názornost jsem uvedl i jednu podskupinu přepravních charakteristik.

- Přepravní charakteristiky

- přepravní vzdálenost

- Dopravní charakteristiky

- kapacita vozidel
- oběžná doba a rychlost

4.1.1 Přepavní charakteristiky

4.1.1.1 Přepavní vzdálenost

Přepavní vzdálenost v hromadné osobní dopravě je dána rozmístěním zdrojů a cílů přemístění. Zájem společnosti a jednotlivých cestujících je, aby přepavní vzdálenost co nejkratší. To je dáno snahou o minimální společensky nutné náklady na osobní dopravu a snahou o minimální časové ztráty způsobené přemísťováním.

Skutečná přepavní vzdálenost je vzdálenost určité konkrétní přepravy každé jednotlivé osoby s použitím dopravního prostředku.

Průměrná přepavní vzdálenost je vzdálenost, na kterou se v průměru přepraví jedna osoba. Průměrná přepavní vzdálenost se počítá podle vztahu 3.1 jako podíl celkové přepavní práce v oskm a počtu přepravených osob v sledovaném časovém období v sledované oblasti.

$$\bar{l}_z = \frac{P}{O} \quad [\text{km}] \quad (4.1)$$

kde je

\bar{l}_z	....	průměrná přepavní vzdálenost [km]
P	....	přepavní práce odpovídající počtu přepravených osob O [oskm]
O	....	počet přepravených osob v sledovaném městě nebo oblasti za sledované časové období v daném systému dopravy [osoba]

4.1.2 Dopravní charakteristiky

4.1.2.1 Kapacita vozidel

Kapacita v dopravě je schopnost dopravních prostředků přepravit určité množství osob a věcí. Kapacita je nabídka míst, plochy, prostoru nebo užitečné hmotnosti k přepravě. Ze statistického hlediska je kapacita v hromadné osobní dopravě definována

jako obsaditelnost vozidla. Z dynamického hlediska je kapacita v hromadné osobní dopravě definována jako přepravní kapacita.

Obsaditelnost vozidla

Obsaditelnost vozidla je důležitým dopravně-technickým ukazatelem a udává množství osob, které v něm mohou být umístěny v konkrétním okamžiku. Obsaditelnost je odvozena od užitečné hmotnosti vozidla. Podle způsobu výpočtu se rozlišuje obsaditelnost maximální a obsaditelnost normální (normovaná). Obsaditelnost vozidla se uvádí v počtu míst k sedění a počtu míst k stání (pokud je cestujícím umožněno stát ve vozidle při přepravě).

Normální (normovaná) obsaditelnost se používá při plánování, návrhu a řízení dopravního systému a v technologických výpočtech. Předpokládá se, že při nerovnoměrnosti přepravní poptávky v průběhu přepravní špičky je možné využít rezervu, danou rozdílem mezi normální a maximální obsaditelností. Normální obsaditelnost je vymezena požadavky na kvalitu přepravy a vychází z těchto údajů:

- 0,2 až 0,25 m² užitečné plochy na jedno místo určené k stání, to je 5 až 4 osoby na 1 m²,
- 0,315 m² užitečné plochy na jedno místo k sedění

V průběhu přepravní špičky dochází často k přeplňování vozidel. Dopravce je povinný udělat takové opatření, aby nedocházelo k překročení maximální obsaditelnosti, která je limitní hodnotou obsazení vozidla a celkové hmotnosti vozidla.

Maximální obsaditelnost je vypočtena z užitečné hmotnosti s použitím průměrné hmotnosti jednoho cestujícího. V MHD se použije průměrná hmotnost jednoho cestujícího 70 kg, v příměstské dopravě a v dálkové autobusové dopravě 80 kg. Rozdíl je daný zohledněním struktury cestujících (dospělí, mládež, děti) a hmotnosti zavazadel a věcí, které má cestující na konkrétní přepravě sebou. Maximální obsaditelnost je omezena celkovou hmotností vozidla. Maximální obsaditelnost vychází z těchto údajů:

- 0,125 m² užitečné plochy na jedno místo určené k stání, to je 8 osob na 1 m²,

- 0,315 m² užitečné plochy na jedno místo k sedění.

Poměr počtu míst k sedění k počtu míst k stání je ovlivněný konstrukcí vozidla podle účelu jeho použití. V MHD se cestující přepravují na malou přepravní vzdálenost a poměr počtu míst k sedění k počtu míst k stání je v rozmezí 1:2 až 1:4. V příměstské dopravě je tento poměr větší než 1:2. V dálkové dopravě se předpokládá minimální, příp. žádný počet stojících cestujících. V nepravidelné – zájezdové dopravě se nepředpokládá přeprava stojících osob.

Přepavní kapacita

Přepavní kapacita v hromadné osobní dopravě je schopnost dopravních prostředků přepravit za jednotku času určité množství osob v jednom přepravním směru měřeno v profilu komunikace. Přepavní kapacita je funkcí obsaditelnosti vozidel a intervalu dopravy. Funkční závislost je vyjádřena následujícím vztahem

$$O_t = \frac{K \cdot \chi \cdot 60}{i} \quad [\text{míst} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4.2)$$

kde je

O_t	přepavní kapacita [místo . h ⁻¹]
K	kapacita vozidla dána normální osaditelností vozidla [místo]
χ	součinitel využití kapacity [-]
i	linkový interval dopravy [min]
60	převod hodin na minuty [min . h ⁻¹]

4.1.2.2 Oběžná doba a rychlost v hromadné osobní dopravě

Technická rychlost je průměrná rychlost mezi zastávkami linky. V technologických výpočtech je za technickou rychlost považována rovnoměrná rychlost, kterou vozidlo projede dráhu od jedné zastávky k následující zastávce. Je ovlivňována vlastnostmi vozidla, charakterem dopravní cesty, úrovní řízení a organizace dopravy a dopravním proudem. Technická rychlost je normována pro každou linku taky, aby reálně odpovídala provozním podmínkám a provozním poměrům na lince v době, pro kterou je sestavován jízdní řád.

Doba jízdy je čas, který vozidlo potřebuje na přemístění mezi dvěma místy jízdou po stanovené dopravní cestě odpovídající technickou rychlostí. Doba jízdy na lince zahrnuje dobu zdržení, zastavení nebo stání v souvislosti s dopravním proudem, to znamená z příčin vyvolaných silničním provozem a jeho organizací jako jsou křižovatky, překážky na dopravní cestě, úseky dopravní cesty se sníženou jízdou rychlostí apod. Doba jízdy (také nazývána „čistá doba jízdy“) nezahrnuje dobu zdržení v souvislosti se zastavením na zastávce.

Doba jízdy na lince je podíl provozní délky linky a odpovídající technické rychlosti, tedy

$$t_j = \frac{l_z}{V_t} \cdot 60 \quad [\text{min}] \quad (4.3)$$

kde je

t_j	doba jízdy na lince [min]
l_z	provozní délka linky [km]
V_t	technická rychlost linky [km . h ⁻¹]

Cestovní rychlost je podíl ujeté vzdálenosti a cestovní doby mezi dvěma místy na lince a vypočítá se následovně

$$V_c = \frac{l \cdot 60}{t_c} \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4.4)$$

kde je

V_c	cestovní rychlost [km . h ⁻¹]
l	ujetá vzdálenost mezi dvěma místy na lince [km]
t_c	cestovní doba [min]

Z praktických důvodů je cestovní rychlost pro danou linku vypočítána podle 3.4 s tím, že za ujetou vzdálenost je dosazena provozní délka linky a za cestovní dobu je dosazena doba spoje.

Teoreticky je však nutné uvažovat i o částí zdržení cestujících na konečné zastávce. Proto je cestovní rychlost podílem provozní délky linky a doby spoje na lince zvětšené o dobu zastávky. Zvětšení cestovní doby o dobu zastávky je dané tím, že cestovní doba

cestujících obsahuje také polovinu doby zastávky na každé z konečných zastávek z důvodu trvání nástupu a výstupu cestujících. V tomto případě se cestovní rychlost vypočítá následovně

$$V_c = \frac{l_z \cdot 60}{t_s + t_z} \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4.5)$$

kde je

V_c	cestovní rychlost $[\text{km} \cdot \text{h}^{-1}]$
l_z	provozní délka linky $[\text{km}]$
t_s	doba spoje na lince o provozní délce l_z $[\text{min}]$
t_z	doba zastávky $[\text{min}]$

Oběžná rychlost na lince je podíl ujeté dráhy a oběžné doby při jednom cyklickém oběhu linky.

$$V_o = \frac{{}^1l_z + {}^2l_z}{{}^1t_l + {}^2t_l} \cdot 60 \quad [\text{km} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (4.6)$$

kde je

V_o	oběžná rychlost $[\text{km} \cdot \text{h}^{-1}]$
1l_z	provozní délka linky v jednom přepravním směru $[\text{km}]$
2l_z	provozní délka linky v druhém (opačném) přepravním směru $[\text{km}]$
1t_l	doba linky v jednom přepravním směru $[\text{min}]$
2t_l	doba linky v druhém (opačném) přepravním směru $[\text{min}]$

Oběžná doba linky je definována jako časový úsek mezi dvě po sobě následujícími odjezdy stejného vozidla ze stejného profilu tratě ve stejném směru při cyklickém oběhu vozidla na lince. Oběžná doba je důležitým technicko-ekonomickým ukazatelem v provozu hromadné osobní dopravy pro její řízení, plánování a organizaci.

Oběžná doba na dané lince se vypočítá podle vzorce

$$t_o = 2 \cdot \left(\frac{l_z \cdot 60}{V_t} + \frac{n_z \cdot t_z}{60} + t_k \right) \quad [\text{min}] \quad (4.7)$$

kde je

t_o	oběžná doba linky [min]
l_z	provozní délka linky [km]
V_t	technická rychlost na lince [$\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$]
n_z	počet mezilehlých zastávek jednoho spoje [-]
t_z	doba zastávky [s]
t_k	obratová doba, t. j. doba zdržení na jedné konečné zastávce [min]

4.2 Metody hodnocení výkonnosti dopravy

Provozovatel hromadné osobní dopravy pravidelně sleduje vývoj přepravních požadavků, přepravních a dopravních výkonů. Na základě znalosti tohoto vývoje a jeho prognózy dává do souladu přepravní kapacitu s přepravní poptávkou na jednotlivých linkách. Za účelem hodnocení výkonů hromadné osobní dopravy z hlediska jejího provozu se zjišťují následující naturální ukazatele:

- dopravní výkon
- přepravní výkon
- počet přepravených osob

4.2.1 Dopravní výkon

Dopravní výkon je výkon dopravní činnosti, který je nutný k dosažení přepravního výkonu. Přepravní výkon je výsledný produkt dopravy, kterým je přeprava osob na určitou vzdálenost v prostoru a čase. V hromadné silniční a městské osobní dopravě se dopravním výkonem rozumí dopravní práce za danou časovou jednotku. Jako časovou jednotku je možné použít hodinu, směnu, den, měsíc, rok. Dopravní práce je ujetá vzdálenost realizovaná přemístěním dopravních prostředků. Když jsou v průběhu dopravní práce přepravovány osoby, jde o využitou dopravní práci.

Využitou dopravní práci na pravidelných linkách hromadné dopravy se rozumí každá jízdy určená k přepravě cestujících podle jízdního řádu. V nepravidelné hromadné osobní dopravě se využitou dopravní prací rozumí jen jízda s cestujícími. Když během

jízdy vozidla nejsou přepravovány osoby, jde o nevyužitou dopravní práci realizovanou jako přistavení vozidla na linku nebo jeho odstavení z linky, přejezdy mezi linkami bez cestujících apod.

K měření a vyjádření rozsahu dopravní práce se nepoužívá jen měření ujeté vzdálenosti. Vzdálenost je jedním i když rozhodujícím z činitelů, které dopravní práci charakterizují. Na překonání určité vzdálenosti různými dopravními prostředky je potřebné vynaložit různou velikost provozních nákladů.

Dopravní práci hodnotíme v jednotkách:

- kilometr [km]
- vozový kilometr [vozkm]
- místový kilometr [místkm]

Dopravní práce udaná v kilometrech se použije na hodnocení výkonů jednoho vozidla nebo skupiny vozidel stejného druhu, typu a obsaditelnosti. Zjišťuje se s využitím odpovídající techniky měření ujeté vzdálenosti každého vozidla. Údaje o dopravní práci jsou evidovány cestou dispečerského řízení ve vnitropodnikové evidenci dopravního podniku.

Ujetá vzdálenost jednoho vozidla za danou dobu provozu je složena z využitě (zatížené) a nevyužitě (nezatížené, prázdné) části celkové jízdy, tedy

$${}^1L = {}^1L_z + {}^1L_o = n_s \cdot l_z + \sum_{i=1}^m l_{oi} \quad [\text{km}] \quad (4.8)$$

kde je

- | | |
|----------------|--|
| 1L | dopravní práce (celková ujetá vzdálenost) jednoho vozidla za danou dobu provozu [km] |
| 1L_z | vzdálenost ujetá jedním vozidlem na pravidelné lince podle jízdního řádu, resp. Vzdálenost ujetá s cestujícími v nepravidelné dopravě [km] |
| 1L_o | vzdálenost ujetá jedním vozidlem bez cestujících [km] |
| n_s | počet spojů jednoho vozidla za dobu provozu na lince [-] |
| l_z | provozní délka linky [km] |

l_{oi} vzdálenost i-té přístavné, resp. Odstavné jízdy jednoho vozidla [km]

m počet přístavných a odstavných jízd [-]

Dopravní práce udaná ve vozových kilometrech se použije k hodnocení výkonů souprav vozidel nebo skupiny vozidel stejného druhu, typu a obsaditelnosti. Tento údaj je použit např. při plánování pravidelné údržby vozidel nebo v hodnocení ekonomiky dopravy. Ujetá vzdálenost se hodnotí pro každé vozidlo. V případě, že souprava složená z více vozidel, je při jízdě této soupravy dosažena dopravní práce, která je násobkem počtu vozidel v soupravě a odpovídající ujeté vzdálenosti. Jako jednotka se použije vozový kilometr [vozk] a dopravní práce je zjištěna z následujícího vztahu

$${}^1L_{vkm} = N \cdot {}^1L \quad [\text{vozk}] \quad (4.9)$$

kde je

${}^1L_{vkm}$ dopravní práce (celkové vozové kilometry) jedné soupravy vozidel [vozk]

N počet vozidel v soupravě [-]

1L dopravní práce (celková ujetá vzdálenost) jedné soupravy vozidel [km]

Dopravní práce udaná v místových kilometrech se použije i pro vozidla a skupiny vozidel různých druhů, typů a obsaditelnosti. Uplatnění existuje také pro potřeby hodnocení přepravní kapacity a ekonomiky dopravy. Představuje v syntetické formě nabídku míst na ujeté vzdálenosti. Teoreticky se dopravní práce rovná maximálně dosažitelné přepravní práci při určité obsaditelnosti vozidla během jízdy a vypočítá se podle vzorce

$$L_{mkm} = \sum_{j=1}^m K_j \cdot l_j \quad [\text{místkm}] \quad (4.10)$$

kde je

L_{mkm} Celková dopravní práce vozidel [místkm]

K_j Kapacita (obsaditelnost) j-tého vozidla nebo soupravy vozidel [místo]

l_j Vzdálenost ujetá j-tým vozidlem (soupravou) [km]

4.2.2 Přepravní výkon

Přepravní výkon v hromadné osobní dopravě se vyjadřuje dosaženou přepravní prací v osobových kilometrech za časovou jednotku. Přepravní práce je násobkem počtu přepravených osob a jimi ujeté přepravní vzdálenosti.

Přepravní práce 1 oskm představuje práci přepravy jedné osoby na vzdálenosti 1 km jízdou ve vozidle. Přepravní práce, která je výsledkem uspokojení přepravních potřeb osob v prostoru a čase na daném spoji linky, se teoreticky zjistí sumarizací přepravní práce, zjištěné mezi jednotlivými zastávkami daného spoje, tj.

$$P_{jkg} = \sum_{i=1}^m (o_n - o_v)_i \cdot \bar{l}_{z i, m} \quad [\text{oskm}] \quad (4.11)$$

kde je

P_{jkg}	....	přepravní práce, dosažená na j-tém spoji k-té linky g-tým vozidlem [oskm]
$\bar{l}_{z i, m}$	....	přepravní vzdálenost resp. jízda s cestujícími z i-té do m-té zastávky [km]
o_{ni}	....	počet osob, které nastoupili na i-té zastávce [osoba]
o_{vi}	....	počet osob, které vystoupili na i-té zastávce [osoba]
$(o_n - o_v)_i$	..	rozdíl počtu osob nastupujících a vystupujících na i-té zastávce [osoba]

4.2.3 Počet přepravených osob

Za přepravenou osobu se považuje osoba přepravená na základě přepravního dokladu. Přepravním dokladem může být jízdenka (jednorázová, časová, předplatní, volná) nebo jiný přepravní doklad uznaný v hromadné osobní dopravě, např. občanský průkaz u osob starších než je stanovená mez pro bezplatnou přepravu, průkazy ZTP, průkaz věku pro bezplatnou přepravu apod.

Průměrné přepravované množství osob je průměrný počet osob připadající na jeden kilometr ujeté vzdálenosti ve vozidle při přepravě. Průměrný počet přepravovaných osob je možné vypočítat z dosažené přepravní práce a odpovídající přepravní vzdálenosti následovně

$$\bar{o} = \frac{P_{sk}}{L_z} \quad [\text{osoba}] \quad (4.12)$$

$$\bar{o} = \frac{O \cdot \bar{l}_z}{N_s \cdot l_{zj}} \quad [\text{osoba}] \quad (4.13)$$

$$\bar{o} = \frac{O}{N_s \cdot \eta_v} \quad [\text{osoba}] \quad (4.14)$$

kde je

\bar{o}	....	Průměrně přepravené množství osob [osoba]
P_{sk}	....	Skutečná přepravní práce na pravidelné lince [oskm]
L_z	....	Celková ujetá vzdálenost využita k přepravě osob [km]
O	....	Počet přepravených osob celkem na lince [osoba]
\bar{l}_z	....	Průměrná přepravní vzdálenost [km]
N_s	....	Celkový počet spojů na lince [-]
l_{zj}	....	Ujetá přepravní vzdálenost nebo provozní délka linky pro j-tý spoj [km]
η_v	....	Součinitel výměny cestujících na lince [-]

4.3 Metody ekonomického hodnocení dopravy

Náklady jsou hodnotovým vyjádřením výrobních faktorů potřebných na vznik výkonů vyjadřují spotřebu živé a zvěcnělé práce na vyprodukované výkony v určitém časovém období.

Členění nákladů:

- podle druhu
- podle účelu
- podle místa vzniku a odpovědnosti za vznik
- podle závislosti na rozsahu uskutečňovaných výkonů
- kalkulační členění
- jiné

Druhové členění nákladů:

Druhově členěné náklady jsou základním informačním podkladem při zabezpečení stability a rovnováhy mezi potřebou zdrojů v podniku a vnějším okolím, které je schopno je poskytnout.

Členění je následující:

- materiálové náklady (např. spotřeba paliva, surovin, energií, náhradních dílů, polotovarů atd.)
- mzdové a ostatní osobní náklady včetně důchodového, zdravotnického a nemocenského pojištění pracovníků
- odpisy nehmotného a hmotného majetku
- finanční náklady (např. úroky, pojistné atd.)

- ostatní náklady mezi které patří spotřeba a použití externích služeb a prací (např. nájemné, náhrady za způsobené škody, práce a služby spojené s opravami a údržbou majetku atd.

Členění nákladů podle účelu:

Členění je potřebné pro zabezpečení kontroly přiměřenosti vynaložených nákladů za určitým účelem jako např. přeprava osob, údržba a opravy vozidel, údržba a opravy dopravních cest a dopravních zařízení, skladování a zásobování, správa podniku.

Členění nákladů podle vzniku:

Toto členění vyplývá ze vztahu nákladů ke konkrétnímu útvaru uvnitř podniku, v kterém probíhají další dílčí činnosti a jeho pracovníci odpovídají za racionální vynaložení.

Členění nákladů podle závislosti na rozsahu výkonu:

Z hlediska závislosti na rozsahu uskutečňovaných dopravních výkonů se náklady člení:

1. Náklady variabilní (pružné, proměnné), které se pružně mění v závislosti na rozsahu výkonu
2. Náklady fixní (nepružné, pevné), které lze dále rozdělit na
 - náklady absolutně fixní – zůstávají stále v určitém rozsahu výkonů (časové odpisy budov)

- náklady relativně fixní – nemění se v závislosti na změně výkonů jen v určitém intervalu, ale při překročení hranic intervalu, kdy je nutné do dopravního procesu vložit další investice, se náhle skokem změň.

Kalkulační členění nákladů

Při kalkulačním členění nákladů se hledá a určuje jejich souvislost k určitému konečnému nebo dílčímu výkonu. Z hlediska příčinných vazeb nákladů k výkonu lze určit dvě základní skupiny nákladů:

Přímé náklady, které přímo souvisí s konkrétním druhem výkonu a je možno je přímo určit vzhledem ke kalkulační jednotce. Jde o jednotkové náklady, které jsou vynaloženy v souvislosti s provedením daného druhu výkonu.

Nepřímé náklady, které nejsou vázány jen na druh výkonu a zabezpečují průběh výrobního procesu v širších souvislostech. Většina nepřímých (režijních) nákladů je společná více výkonům, tyto náklady se na kalkulační jednotku přepočítávají nepřímo pomocí zvolených veličin.

Kalkulační členění nákladů využívá předepsané postupy a pojmenovává jednotlivé položky podle **kalkulačního vzorce**.

Struktura kalkulačního vzorce nákladů MHD:

1. Pohonné hmoty a trakční energie

Náklady na motorovou naftu (benzín) spotřebovanou dopravními prostředky přepravující osoby v rámci MHD, na motorový olej a maziva spotřebované dopravními prostředky MHD, trakční elektrickou energii spotřebovanou tramvaji, trolejbusy a vozidly metra.

2. Přímý materiál

Náklady na pneumatiky, protektory, vzdušnice, vložky, ventily u dopravních prostředků přepravující osoby v rámci MHD, a ostatní přímý materiál použitý na vozidla přepravující osoby v rámci MHD, jako jsou nemrznoucí směs, konzervační a speciální oleje, další provozní kapaliny, čisticí prostředky použité na čištění těchto vozidel.

3.Přímé mzdy

Mzdy jízdního personálu MHD (řidičů).

4.Přímé odpisy

Odpisy dopravních prostředků, dopravních cest a dopravních zařízení MHD (napájecího systému, zabezpečovacího systému apod.).

5.Přímé opravy a údržba

Opravy dopravních prostředků, dopravních cest a dopravních zařízení MHD (napájecího systému, zabezpečovacího systému apod.).

6.Ostatní přímé náklady

Nájem autobusů MHD od jiných subjektů, zákonné pojištění z mezd v položce 3., sociální náklady, pojistné vozidel MHD, daně a poplatky za vozidla MHD, náklady na pracovní oděv, obuv a ochranné pomůcky řidičů, cestovní náhrady řidičů, odpisy a spotřeba drobného hmotného a nehmotného investičního majetku v provozu MHD.

7.Přímé náklady celkem

Součet položek 1 až 6.

8.Provozní režie

Spotřeba režijního materiálu, energie, vody, tepla, páry a nákladů na opravy a odpisy budov zabezpečujících provoz MHD, spotřeba jízdenek, poplatky v souvislosti s provozem MHD, strážní služby apod.

9.Vlastní náklady provozu – náklady výkonu

Součet položek 7 + 8.

10.Správní režie podniku

Spotřeba režijního materiálu, energie, pohonných hmot, olejů, tepla, vody, mzdové náklady, zákonné pojištění, sociální náklady, odpisy budov, apod., pro správu podniku.

11.Vlastní náklady celkem

Součet položek 9 a 10.

4.4 Metody hodnocení kvality dopravy

Současné období je charakterizováno kromě jiného změnami životního stylu, životní úrovně a změnami v nárocích využití času. To vede k změnám v názorech na kvalitu přemísťování v hromadné osobní dopravě.

Kvalita osobní dopravy ovlivňuje hybnost obyvatel a dělbu přepravní práce mezi jednotlivými druhy hromadné osobní dopravy a mezi hromadnou osobní dopravu a individuální automobilovou dopravu. Kvalita je multikriteriální jev, ve kterém počet kritérií je neukončený. Kritéria kvality hromadné osobní dopravy je proto vhodné rozdělit podle jejich příbuzných znaků. Pro tuto práci jsem vybral některé z nich, které pokládám za nejdůležitější. Jsou to:

- bezpečnost dopravy,
- spolehlivost a přesnost,
- pohodlí přemístění,
- vliv dopravy na životní prostředí.

Z výsledků dopravně-sociologických průzkumů v městské hromadné dopravě vyplývá, že nejčastěji je u cestujících na prvním místě důležitosti rychlost, spolehlivost a přesnost dopravy na rozdíl od dopravních odborníků, u kterých je na prvním místě důležitosti bezpečnost přemístění.

4.4.1 Bezpečnost dopravy

Bezpečnost dopravy musí být považována za kritérium největší důležitosti. Je nepřípustné, aby se na úkor bezpečnosti dopravy zlepšovala ostatní kvalitativní kritéria např. rychlost, dodržování jízdního řádu, pohodlí apod. Dopravce je povinen přepravit cestující bezpečně, bez ohrožení zdraví, životů a majetku.

Bezpečností se rozumí plnění souhrnu opatření k maximálnímu omezení příčin vzniku nehody (aktivní bezpečnost) a souhrnu opatření, které snižují následky nehod (pasivní bezpečnost). Kritérium bezpečnosti dopravy je možné hodnotit:

- a) kvantitativně počtem nehod a velikostí jejich následků,
- b) subjektivním hodnocením – pocitem bezpečnosti (podle analýzy výsledků zpracovaných údajů z dopravně sociologických průzkumů)

Kvantitativní hodnocení bezpečnosti dopravy je založeno na statistických údajích o nehodovosti. Hodnocení je realizováno v absolutních číslech a také v relativních číslech jako podíl absolutních údajů o bezpečnosti dopravy a dopravního výkonu v km nebo výkonu v počtu přepravených osob. Absolutní údaje o bezpečnosti dopravy jsou:

- počet nehod mezi vlastními vozidly,
- počet nehod mezi vozidly hromadné osobní dopravy a jinými účastníky silniční, městské a jiné dopravy,
- počet nehod s vlastním zaviněním,
- počet a závažnost zranění,
- výše hmotné škody ve finančním vyjádření.

4.4.2 Spolehlivost a přesnost

Uplatnění kritérií spolehlivosti a přesnosti se provádí v porovnání skutečnosti se stanoveným jízdním řádem. Cestující očekává, že bude přepraven v prostoru a čase podle jízdního řádu.

Spolehlivost dopravy hodnotí úroveň naplnění jízdního řádu v tom, že jsou plánované spoje provedeny ve stanoveném počtu a celé.

4.4.3 Pohodlí přemístění

Často se pohodlí nahrazuje synonymem komfort, které se někdy používá také na vyjádření kvality. Je zřejmé, že nepohodlí v hromadné osobní dopravě zvyšuje fyzickou a psychickou únavu. Některá kritéria pohodlí jako je míra obsazení vozidla, počet stojících osob na 1 m², hluk, časová dostupnost, doba čekání na spoj, přesnost, počet přestupů, vibrace, osvětlení, teplota, vlhkost vzduchu, zrychlení, zpomalení, je možné měřit přímo.

Jiná kritéria jako je ochrana osob na zastávce před nepříznivými povětrnostními vlivy, estetika, čistota, vybavenost interiéru vozidla, výhled z vozidla, způsob a technika jízda řidiče, chování se pracovníků dopravce apod. je možné zjistit je nepřímo, subjektivně např. dopravně-sociologickým průzkumem. Skupinu kritérií pohodlí přemístění je možné členit na:

- pohodlí mimo vozidla,
- pohodlí ve vozidle.

Pohodlí mimo vozidla

Pohodlí mimo vozidla ze širšího hlediska účinků ve vztahu k časoprostorové nabídce systému hromadné osobní dopravy a k pobytu cestujícího mimo vozidla hodnotí fyzickou a psychickou stránku cestujícího v době jeho příchodu na zastávku a odjezdu ze zastávky a v průběhu čekání na spoj.

Pohodlí ve vozidle

Důležitost pohodlí ve vozidle je ovlivněna častým používáním hromadné osobní dopravy, velkou koncentrací cestujících, ze které vyplývá obsazení vozidla a také relativně krátkou dobu pobytu v dopravním prostředku. Tato skupina kritérií hodnotí fyzickou a psychickou stránku pobytu cestujícího ve vozidle po dobu přepravy.

4.4.4 Vliv dopravy na životní prostředí

Tato skupina kritérií je zaměřena na hodnocení vlivů na životní prostředí, tj. na širší území, po kterém jsou vedeny linky hromadné osobní dopravy a provozovány dopravní prostředky s různou mírou negativních vlivů. Jako kritéria kvality vlivu dopravy na životní prostředí se použije rozsah:

- pevných, kapalných a plyných odpadů,
- prašnosti,
- hlučnosti,
- vibrací,
- estetiky a psychického rušení prostředí.

Pevné, kapalné a plynné odpady jsou hodnoceny kvantitativně jejich rozsahem např. opotřebovaných pneumatik, obalů od provozních hmot oleje, pohonných hmot, provozních kapalin ale hlavně úrovní exhalací, tj. úrovní znečišťování ovzduší výfukovými plyny spalovacích motorů.

Prašnost je hodnocena množstvím pevných částic v 1 m³ vzduchu. To závisí také na čistotě komunikací, konstrukci vozidel a jejich rychlosti.

Hlučnost je hodnocena hladinou vnějšího hluku.

Vibrace jsou hodnoceny v určité vzdálenosti od trasy dopravních cest hromadné osobní dopravy a souvisí s hmotností a kvalitou odpružení vozidel.

Estetika a psychické rušení prostředí je subjektivně hodnocené kritérium architektonického řešení zastávek, dopravní cesty včetně trolejového vedení, ukončení linek, odstavných ploch pro hromadnou osobní dopravu, dopravních prostředků a jejich čistotou.

5 Provozně-ekonomické porovnání autobusové a trolejbusové dopravy ve městě Ostrava

5.1 Provozní hodnocení autobusů a trolejbusů

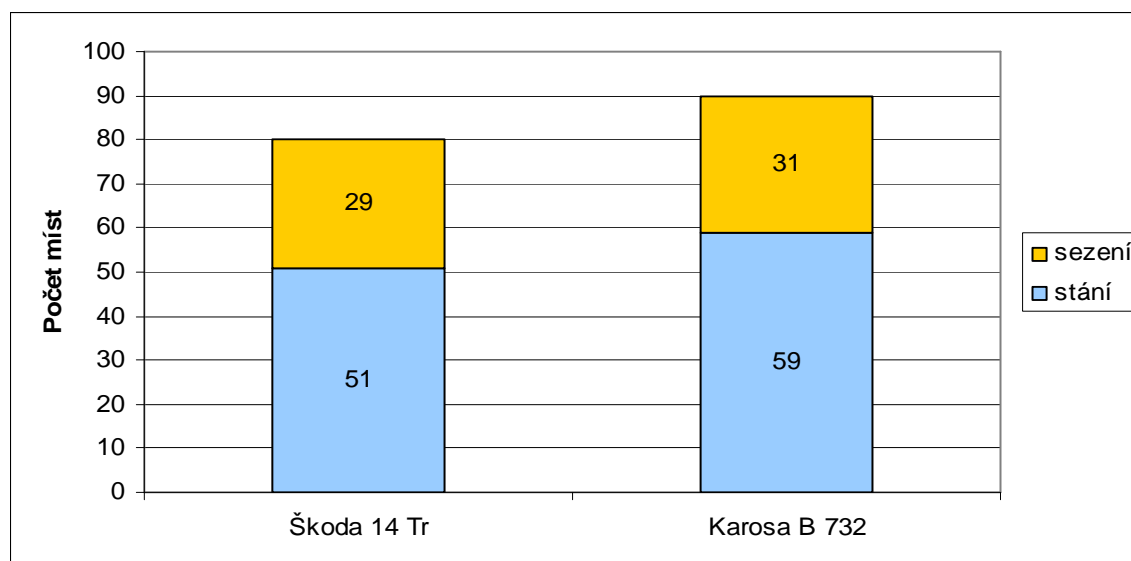
5.1.1 Obsaditelnost autobusů a trolejbusů

Obsaditelnost vozidla udává počet míst k sezení a ke stání. Při porovnávání je důležité si uvědomit, že máme vozidla čtyř provedení. Jsou to standard, standard kloubový, nízkopodlažní a nízkopodlažní kloubový.

Pro porovnávání jsem vybral vozidla stejného provedení, poměrně stejně dlouhé a s poměrně stejnými celkovými hmotnostmi. Jediný rozdíl je při porovnání vozidel Karosa B 961 a Solarisu Trollino 18 AC, které se liší v provedení. Autobus Karosa B 961 je v provedení standard kloubový na rozdíl od trolejbusu Solaris Trollino 18 AC, který nízkopodlažní kloubový.

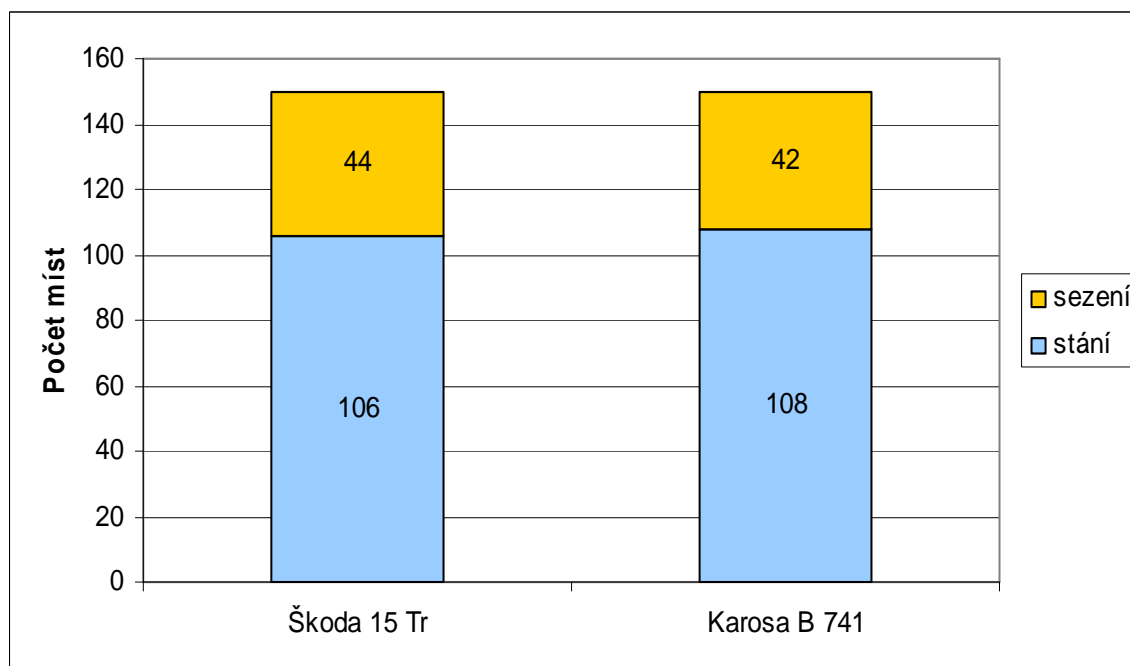
Graf 5.1 znázorňuje porovnání obsaditelnosti vozidel ve standardním provedení. Porovnávám autobus Karosa B 732 a trolejbus Škoda 14 Tr. Z grafu je zřejmé, že autobus má větší obsaditelnost, jak v počtu míst k sezení tak i ke stání.

Graf 5.1: Porovnání obsaditelnosti standardního autobusu a trolejbusu



Graf 5.2 znázorňuje porovnání obsaditelnosti ve standardně kloubovém provedení vozidel. Porovnávané vozidla jsou: Karosa B 741 a Škoda 15 Tr. Obsaditelnost u těchto vozidel je stejná, jak lze vidět z grafu. Rozdíl je pouze v počtu míst k sezení a ke stání.

Graf 5.2: Porovnání obsaditelnosti standardního kloubového autobusu a trolejbusu

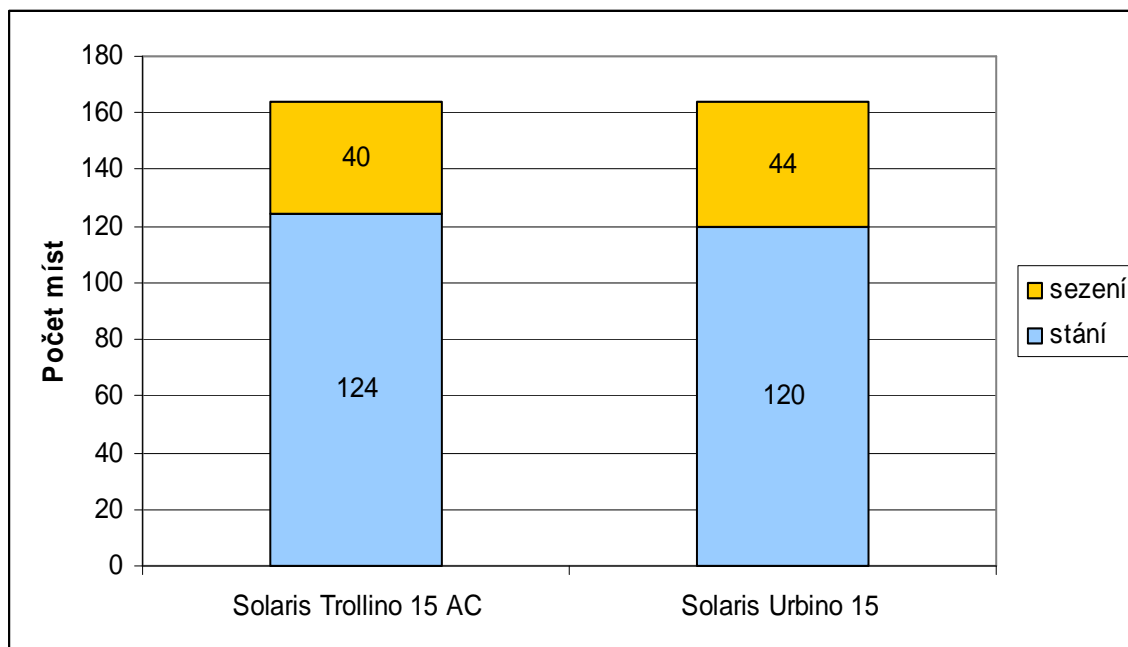


Graf 5.3 znázorňuje porovnání obsaditelnosti v provedení nízkopodlažních vozidel. Porovnávané vozidla jsou tyto: autobus Solaris Urbino 15 a trolejbus Solaris Trollino 15 AC. Oba tyto vozidla mají shodnou obsaditelnost jako v předchozím případě. Důvodem odlišnosti počtu míst k sezení a ke stání může být způsobeno: jiným uspořádáním sedadel, jinou délkou vozidla a jiným umístěním dveří. Tyto důvody se týkají všech uvedených grafů srovnávající obsaditelnost, kromě grafu 4.4. zde je odlišnost v provedení

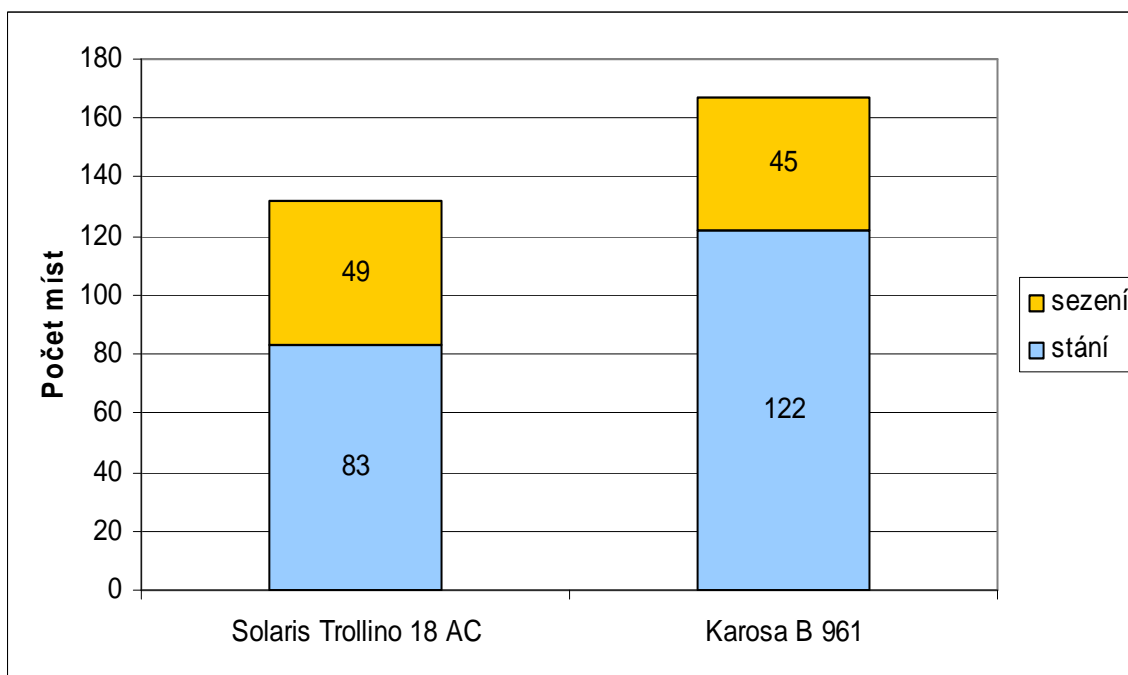
Graf 5.4 znázorňuje porovnání obsaditelnosti vozidel, které byly uvedeny na počátku této kapitoly. Značný rozdíl mezi těmito vozidly je v hmotnosti a délce. Solaris Trollino 18 AC je o 2000 kg těžší a je o 410 mm delší. I přes tyto poměrně velké výchyly má tento vůz menší celkovou obsaditelnost. Nabízí o 29 míst méně ke stání, ale o 4 místa více k sezení než vozidlo Karosa B 961. Tento rozdíl je způsoben vložením do trolejbusu Solaris Trollino 18 AC dieslového agregátu. Sedadla jsou ve vozidle uzpůsobena tak, aby při celkové obsaditelnosti nebyla překročena celková hmotnost vozidla. Pokud by

docházelo k překročení této hmotnosti, zvyšují se náklady na ujetý vozkm. Důvodem by byla zvýšená spotřeba trakční energie pneumatik a větší opotřebení většiny dílů.

Graf 5.3: Porovnání obsaditelnosti nízkopodlažního autobusu a trolejbusu



Graf 5.4: Porovnání obsaditelnosti nízkopodlažního, standardního kloubového autobusu a trolejbusu



5.1.2 Cestovní rychlost

Průměrná cestovní rychlost za rok 2008 byla u autobusů 27,5 km/h a trolejbusů byla tato rychlost 22,3 km/h. Tato rychlost je závislá na množství zastávek, SSZ, křižovatek a kongescích.

Trolejbusy při průjezdu křižovatkových armatur a výhybek musí dodržet předepsanou rychlost, která je přístupna pro tyto armatury. V dnešní době výhybky a křižovatkové armatury umožňují jízdu max. 40 km/h. Řidiči tyto výhybky a křižovatkové armatury projíždějí přibližně rychlostí 35 km/h. Pokud by překročili maximální povolenou rychlost, mohlo by dojít k poškození sběračů nebo k přetržení trolejového vedení a to by vedlo k výpadku v dopravě. U autobusů tato problematika odpadá.

Celkově je však trolejbus do městského provozu, kde se vozidla neustále rozjíždí a brzdí daleko vhodnější než autobus, protože elektromotor, který lze na rozdíl od naftového motoru krátkodobě přetížít, mu umožňuje mnohem lepší akcelerační vlastnosti (např. při výjezdu ze zastávek, tak daleko méně než autobus omezuje ostatní účastníky silničního provozu).

5.1.3 Oběžná rychlost

Hodnota průměrných oběžných rychlostí autobusů a trolejbusů za rok 2008 se mírně zvýšila oproti předchozích let. Průměrná oběžná rychlost u autobusu za rok 2008 byla 18,94 km/h a u trolejbusů 14,29 km/h.

Porovnání těchto hodnot není objektivní. Důvodem je odlišné čekání autobusů a trolejbusů na konečných zastávkách. Také odlišným provozováním jednotlivých linek .

Linky trolejbusu jsou umístěny do centra města v závislosti na trolejbusovém vedením kdežto linky autobusů zabezpečují přepravu osob na větší vzdálenosti do okolí města a obytných zón. Z toho vyplývá, že delší cesta má méně zastávek a tudíž lze dosáhnout vyšší cestovní rychlosti.

5.1.4 Ostatní provozní hodnocení

Parkování

Co se týče parkování, jsou trolejbusy umísťovány za sebou nebo mírně šikmo vedle sebe na venkovní odstavné ploše. Při potřebě využití vozidla na linku se vozidlo v řadě napojí na sběrače na vedlejší trolejové vedení a z řady vozidel může vyjet.

Parkování u trolejbusů je rozdílné oproti autobusům, že vozidla mohou parkovat na jakémkoliv místě provozovny vozidlového parku a nejsou závislá na trolejovém vedení. Jediný rozdíl je u hybridních trolejbusů, ty se mohou chovat stejně jakou autobusy.

Couvání

Couvání je u trolejbusů prováděno s navigující osobou nebo zkušený řidiči couvají samostatně. Přes výhybky, které jsou umístěny na trolejovém vedení, trolejbusy couvají jen zřídka. Couvání musí být velmi pomalé a musí ho provádět zkušený řidič. Pokud by couvání bylo ve větší rychlosti, může dojít k poškození výhybky, přetržení trolejového vedení nebo poškození sběrače. Couvání u autobusů je mnohem snazší, díky nezávislosti na trolejovém vedení.

5.2 Výkonnostní hodnocení autobusů a trolejbusů

5.2.1 Dopravní a přepravní výkon

V této kapitole jsou uvedené souhrnné výkonové ukazatele pro autobusovou a trolejbusovou dopravu. V tabulce 5.1 jsou znázorněny dopravní výkony ve vozkm a jejich podíl připadající na jednotlivé druhy dopravních prostředků. Tabulka 5.2 znázorňuje vývoj počtu přepravených osob.

Tabulka 5.1: Dopravní výkony uskutečněné autobusy a trolejbusy DPO a.s.

		2006	2007	2008
Autobusy	tis. vozkm	18 399	18 285	18 289
Trolejbusy	tis. vozkm	3 018	2 999	3 075
Celkem	tis. vozkm	21 417	21 284	21 364
Autobusy	%	85,91	85,91	85,61
Trolejbusy	%	14,09	14,09	14,39
Celkem	%	100,00	100,00	100,00

Tabulka 5.2: Vývoj počtu přepravených osob přepravenými autobusy a trolejbusy DPO a.s.

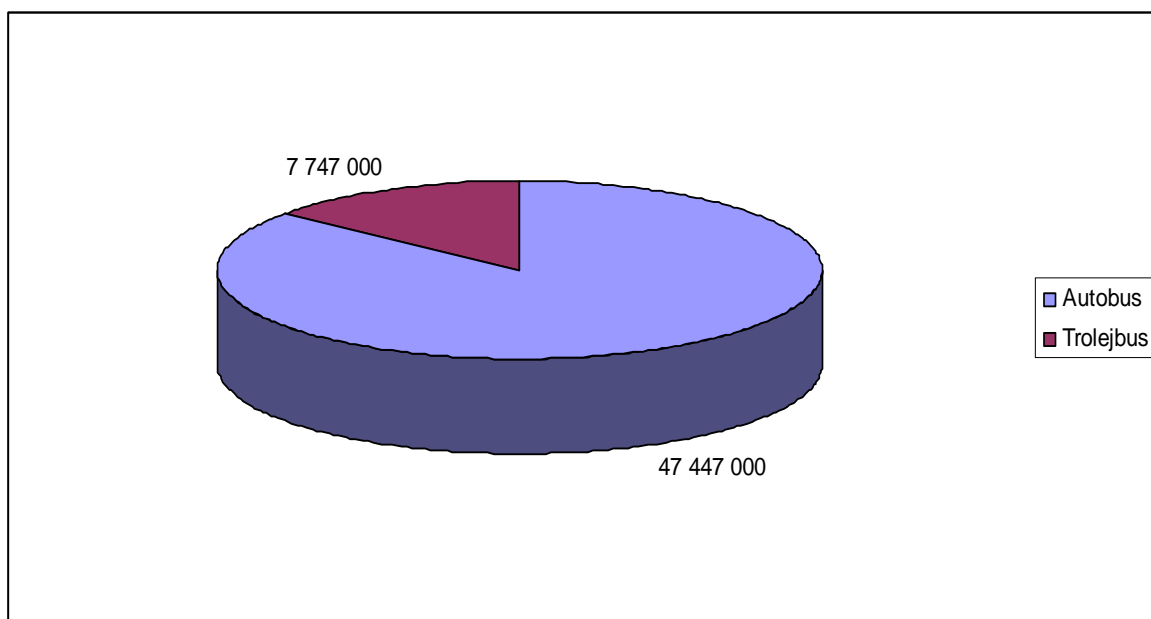
		2006	2007	2008
Autobusy	tis. osob	50 419	49 998	47 447
Trolejbusy	tis. osob	7 755	7 895	7 747
Celkem	tis. osob	58 174	57 893	55 194
Autobusy	%	86,67	86,36	85,96
Trolejbusy	%	13,33	13,64	14,04
Celkem	%	100,00	100,00	100,00

Podíl jednotlivých druhů dopravních prostředků na dělbě přepravní práce z hlediska podílu přepravených osob je v posledních sledovaných letech mírně kolísá stejně jako podíl ujetých vozkm. Podle výše uvedených tabulek tak v roce 2008 připadalo průměrně 2,59 osob přepravených na jeden ujetý vozkm autobusy a 2,52 osob přepravených na jeden ujetý vozkm trolejbusy. Průměrně stejné množství osob přepravených na jeden vozkm u obou druhů dopravních prostředků je dán odlišným množstvím linek. Trolejbusové linky jsou vedeny přes území s velkými přepravními nároky, ale linek je malé množství. Autobusové linky jsou vedeny okrajovými částmi města a jejich množství značně větší oproti trolejbusovým linkám.

5.2.2 Počet přepravených osob

V roce 2008 bylo v rámci DPO a.s. přepraveno autobusovou a trolejbusovou dopravou 55 194 tis. osob. Z tohoto počtu bylo 47 474 tis. osob přepraveno autobusovou dopravou a 7 747 tis. osob přepraveno trolejbusovou dopravou, jak lze vidět na grafu 5.5. Přepočítáme-li toto množství na jednotkové vozidla tak vyjde, že jeden autobus přepravil průměrně 147 810 osob/rok a jeden trolejbus přepravil průměrně 121 047 osob/rok.

Graf 5.5: Počet přepravených osob autobusy a trolejbusy za rok 2008



Pozn.: Údaje počtů přepravených osob jsou zveřejněny ve výroční zprávě pro rok 2008, tato výroční zpráva ještě není k dispozici.

5.3 Ekonomické hodnocení autobusů a trolejbusů

Při hodnocení jednotlivých druhů doprav se využívá kalkulační vzorec, který udává hodnoty jednotlivých vstupních položek.

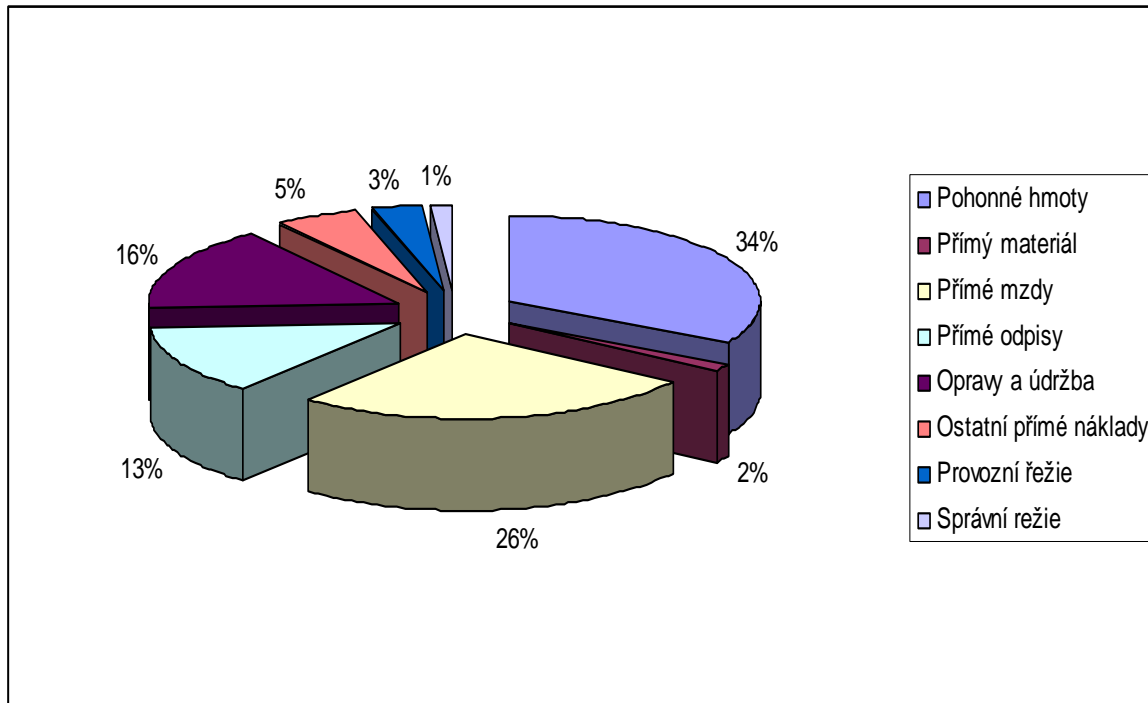
V tabulkách 5.3 a 5.4 jsou uvedeny hodnoty nákladů pro autobusovou a trolejbusovou dopravu. Náklady jsou vztaženy na jeden vozkm.

Z tabulky 5.3 lze vyčíst, že největší částí se na nákladech autobusů podílejí tyto položky: 1. Pohonné hmoty, 3. Přímé mzdy, 5. Opravy a údržba. Položka 1. pohonné hmoty je dána spotřebou jednotlivých typů vozů. 3. Přímé mzdy jsou vyčísleny pomocí počtu řidičů a jejich platů. Průměrný měsíční plat řidiče autobusů pro rok 2008 byl 20 700 Kč. V 5. Opravy a údržba je vyjádřené množství vynaložených nákladů na provoz a údržbu jednotlivých typů autobusů. Podíl na jeden vozkm za rok 2008 je stanoven na 28,45 Kč. Částka je vypočítána z podílu celkových vlastních nákladů (520 400 tis. Kč) k celkovému počtu ujetých vozkm (18 289 437,75 vozkm). V grafu 5.6 jsou vyjádřeny procentuelně jednotlivé položky kalkulačního vzorce.

Tabulka 5.3: Náklady na autobusovou dopravu za rok 2008 členěné podle kalkulačního vzorce

Položka kalkulačního vzorce		2008	
		tis. Kč/rok	Kč/vozkm
1. Pohonné hmoty		171 545	9,38
2. Přímý materiál	pneumatiky	5 860	0,32
	provozní kapaliny	2 000	0,11
	celkem	7 860	0,43
3. Přímé mzdy		136 620	7,47
4. Přímé odpisy	dopravních prostředků	70 247	3,84
5. Opravy a údržba	dopravních prostředků	82 121	4,49
6. Ostatní přímé náklady		26 723	1,46
7. Přímé náklady celkem		495 116	27,07
8. Provozní režie		18 205	0,99
9. Správní režie		7 079	0,39
10. Vlastní náklady celkem		520 400	28,45
Ujeté vozkm		18 289 437,75	

Graf 5.6: Náklady na autobusovou dopravu

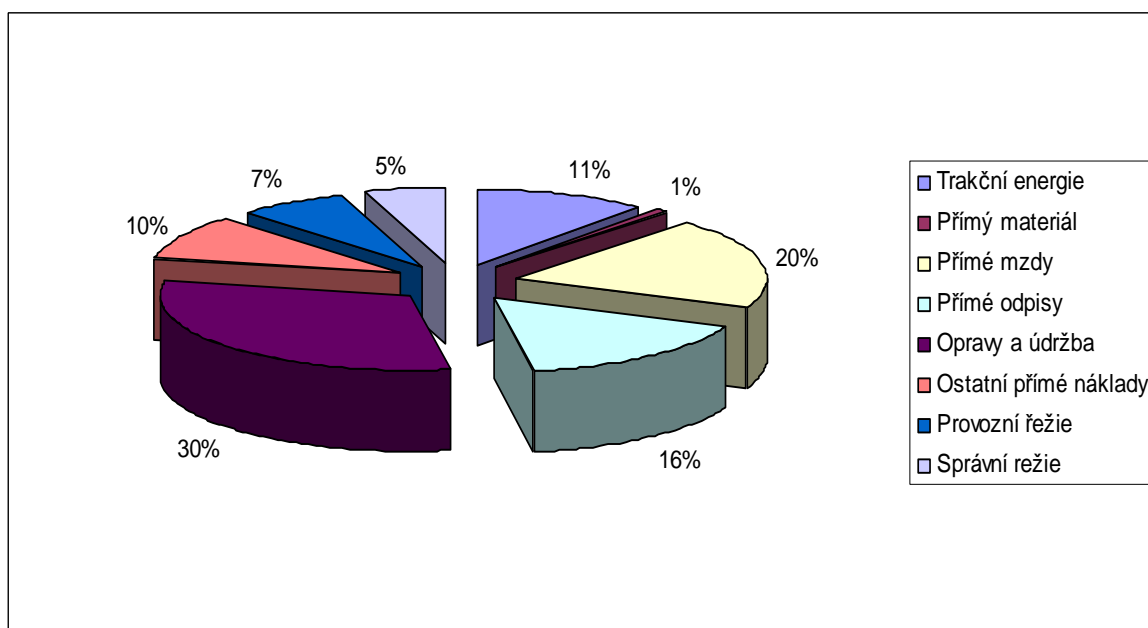


Tabulka 5.4: Náklady na trolejbusovou dopravu za rok 2008 členěné podle kalkulačního vzorce

Položka kalkulačního vzorce		2008	
		tis. Kč/rok	Kč/vozk
1. Pohonné hmoty (trakční energie)		14 857	4,83
2. Přímý materiál	pneumatiky	731	0,24
	provozní kapaliny	197	0,06
	celkem	928	0,3
3. Přímé mzdy		25 926	8,43
4. Přímé odpisy	dopravních prostředků	14 971	4,87
	dopravních zařízení	6 118	1,99
	celkem	21 089	6,86
5. Opravy a údržba	dopravních prostředků	26 285	8,55
	dopravních zařízení	14 320	4,66
	celkem	40 605	13,21
6. Ostatní přímé náklady		12 769	4,15
7. Přímé náklady celkem		116 174	37,78
8. Provozní režie		9 285	3,02
9. Správní režie		7 079	2,3
10. Vlastní náklady celkem		132 538	43,1
Ujeté vozkm 3 075 833,88			

Z hodnot uvedených v tabulce 5.4 můžeme zjistit, že některé největší položkové náklady kalkulačního vzorce se liší oproti nákladům na provoz autobusové dopravy. U trolejbusů tvoří značně velký podíl nákladů položky na opravy a údržby, kde je zapotřebí si uvědomit, že je nutné udržovat trolejové vedení, měnírny atd. Také u odpisů se tyto dopravní stavby a zařízení v nákladové položce projeví. U položky přímé mzdy se náklady zjistí z počtu řidičů a jejich mezd. V roce 2008 byla průměrná měsíční mzda řidiče trolejbusu 21 600 Kč. Jeden vozkm je na rok 2008 stanoven výpočtem ve výši 43,1 Kč. Částka je vypočtena z podílu celkových vlastních nákladů (132 538 tis. Kč) k celkovému počtu ujetých vozkm (3 075 833, 88 vozkm). Graficky tyto náklady v procentuelním vyjádření jsou znázorněny v grafu 5.7.

Graf 5.7: Náklady na trolejbusovou dopravu



5.3.1 Porovnání vybraných typů autobusů a trolejbusů ve vybraných parametrech

Porovnávat budu autobusy a trolejbusy, které jsou uvedeny v tabulce 5.5.

Tabulka 5.5: Porovnávané autobusy a trolejbusy a jejich provedení

Typ autobusu	Provedení	Typ trolejbusu	Provedení
Karosa B 732	standard	Škoda 14 Tr	standard
Renolt City Bus	standard	Škoda 21 Tr	standard
Karosa B 741	standard kloubový	Škoda 15 Tr	standard kloubový
Solaris Urbino 12	nízkopodlažní	Solaris Trollino 12 AC	nízkopodlažní
Solaris Urbino 15	nízkopodlažní	Solaris Trollino 15 AC	nízkopodlažní
Karosa.B 961	standard kloubový	Solaris Trollino 18 AC	nízkopodlažní kloubový

Porovnávat budu podle těchto položek kalkulačního vzorce:

- spotřeba pohonných hmot (trakční energie),
- spotřeba pneumatik,
- spotřeba provozních kapalin,
- opravy a údržba,
- odpisy dopravních prostředků

Tyto položky jsem si vybral, protože jsou nejvíce závislé na provozu dopravních prostředků. Důležitým aspektem při jejich porovnání je i průměrné stáří vozidel.

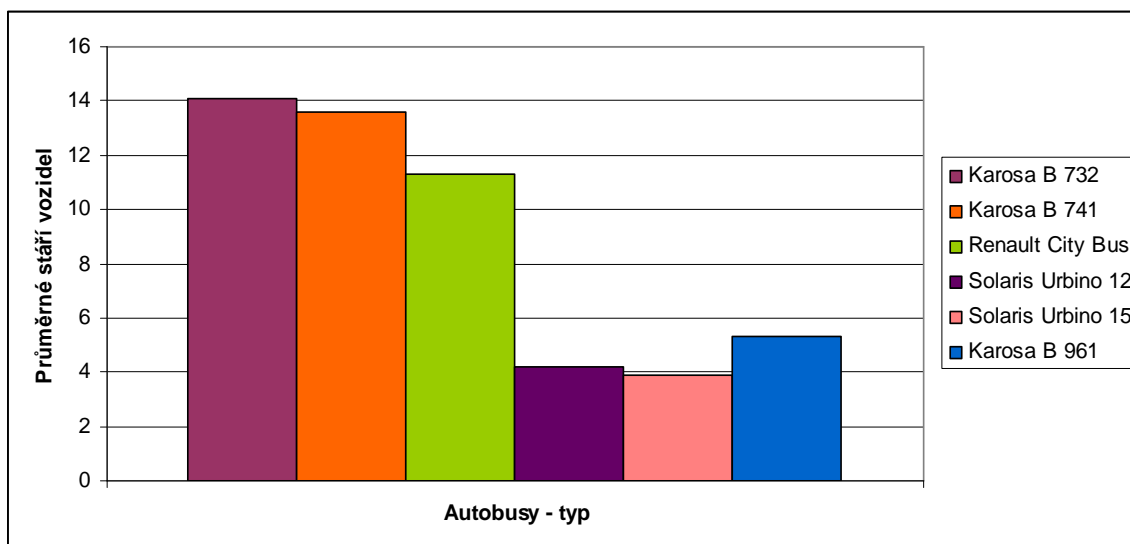
5.3.1.1 Průměrné stáří vozidel

Průměrné stáří vozidlového parku je známkou jeho obnovy. Nejvyšší průměrnou hodnotu stáří u autobusů mají vozidla Karosa B 732 s hodnotou 14,1 let, jak lze vidět v tabulce 5.6. Grafické znázornění průměrných stáří vybraných typů autobusů je v grafu 5.8.

Tabulka 5.6: Autobusy – průměrné stáří vozidel

Autobusy - typ	Průměrné stáří vozidel [rok]
Karosa B 732	14,1
Karosa B 741	13,6
Renault City Bus	11,3
Solaris Urbino 12	4,2
Solaris Urbino 15	3,9
Karosa B 961	5,3

Graf 5.8: Autobusy – průměrné stáří vozidel

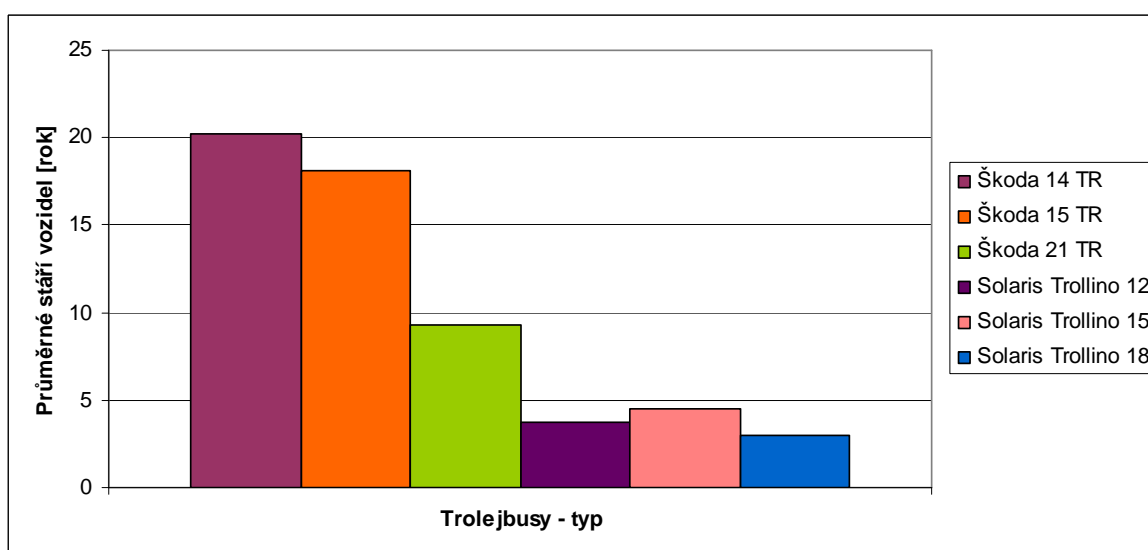


Průměrně nejstarší vozidla v trolejbusovém vozidlovém parku je typ trolejbusu Škoda 14 Tr, který je starý 20,2 let, jak lze vidět v tabulce 5.7. Grafické znázornění průměrných stáří vybraných typů trolejbusů je v grafu 5.9.

Tabulka 5.7: Trolejbusy – průměrné stáří vozidel

Trolejbusy - typ	Průměrné stáří vozidel [rok]
Škoda 14 TR	20,2
Škoda 15 TR	18,1
Škoda 21 TR	9,3
Solaris Trollino 12 AC	3,7
Solaris Trollino 15 AC	4,5
Solaris Trollino 18 AC	3

Graf 5.9: Trolejbusy – průměrné stáří vozidel



5.3.1.2 Spotřeba pohonných hmot, trakční energie

Spotřeba PHM je největší položkou kalkulačního vzorce pro autobusovou dopravu.. Spotřeba PHM je dána konstrukcí motoru a to zdvihovým objemem a ostatními jeho parametry. Při nesprávné techniky jízdy řidiče např.(vysokou akcelerací a decelerací nebo nesprávným využíváním rychlostních stupňů) tato spotřeba stoupá. Vyšší spotřeba se projeví i při velkém množství zastávek,křižovatek a kongescí na trase.

Použitím samočinných převodovek se spotřeba PHM zvyšuje až o 3-5 l/100 km, ale to je závislé na členitosti dopravní cesty a také na vytíženosti vozidla.

Důležitým faktorem ve spotřebě PHM je roční období, ve kterém je vozidlo provozováno. Zimní měsíce mají vliv na vyšší spotřebu paliva, to je dáno nízkými

teplotami, které zvyšují dobu k docílení provozní teploty motoru, také nízká teplota paliva způsobující nedokonalé spalování směsi.

V DPO a.s. jsou evidovány spotřeby u jednotlivých typů vozů a jednotlivých autobusů. Porovnávat budu spotřeby PHM pro jednotlivé typy autobusů a přepočet na 1 vozkm za rok 2008 viz. tabulka 5.8. Průměrná cena nafty za rok 2008 byla 24,86 Kč/l.

Tabulka 5.8: Autobusy - Spotřeba pohonných hmot za rok 2008

Typ autobusu	Výkon motoru [kW]	Ujeté vozkm za rok	Pohonné hmoty		
			l/rok	l/100km	Kč/vozkm
Karosa ř. B 732	175	2 372 969,31	809 704	39,58	8,48
Renolt City Bus	186	606 132,39	263 649	41,6	10,81
Karosa ř. B 741	175	716 277,27	341 838	48	11,86
Solaris Urbino 12	162-188	3 639 265,68	1 342 466	36,35	9,17
Solaris Urbino 15	191-231	2 119 833,39	885 249	42,75	10,38
Karosa ř. B 961	213	792 063,28	341 191	43,15	10,71

U trolejbusové dopravy patří spotřeba trakční energie mezi nižší položky kalkulačního vzorce.

Spotřeba trakční energie je závislá na způsobu jízdy řidiče např. (akcelerací) dále na provozních podmínkách na trase, intenzitě přepravního proudu, vytíženosti vozidla atd. DPO a.s. neeviduje množství spotřebované energie na jednotlivé vozidla. Proto hodnoty v tabulce 5.9 jsou pouze orientační, protože spotřeba trakční energie na jednotlivé typy vozidel je vypočtena z celkové spotřebované energie za rok. V roce 2008 byla průměrná cena elektrické energie 2,5 Kč/kWh při velkoodběru. Celková spotřeba trakční energie za rok 2008 byla 6 059 974 kWh.

Tabulka 5.9: Trolejbusy - Spotřeba trakční energie za rok 2008

Typ trolejbusu	Ujeté vozkm za rok	Trakční energie	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Škoda 14 Tr	1 007 888,49	4 860 117,72	4,82
Škoda 21 Tr	679 175,18	3 283 451,47	4,83
Škoda 15 Tr	332 821,63	1 603 531,37	4,82
Solaris Trollino 12 AC	814 423,41	3 951 305,96	4,85
Solaris Trollino 15 AC	190 641,21	917 263,69	4,81
Solaris Trollino 18 AC	50 883,94	241 378,29	4,74

5.3.1.3 Spotřeba pneumatik

Pláště silničních vozidel musí splňovat mnoho požadavků. Musí mít dobré adhezní vlastnosti jak za sucha, tak za mokra.

Vliv na spotřebu pláště má: technika jízdy řidiče (velká akcelerace, decelerace), technické vlastnosti podvozku (geometrie náprav, tlumiče), huštění, zatěžování vozidel, kvalita pláště, roční období, stav dopravní cesty, atd.

Proběhy u nových pláštů jsou se pohybují kolem 80 000 km na zadní nápravě a 100 000 km na přední nápravě, u protektorovaných pláštů je proběh o něco menší kolem 60 000 - 70 000 km. Na všechny proběhy má vliv i poškození pláštů jako je: průraz, poškození bočnice atd.

Porovnání spotřeby pneumatik u jednotlivých typu autobusů a trolejbusů jsem provedl v tabulkách 5.10 a 5.11.

Tabulka 5.10: Autobusy – spotřeba pneumatik za rok 2008

Typ autobusu	Ujeté vozkm za rok	Pneumatiky	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Karosa B 732	2 372 969,31	1 143 735,49	0,482
Renault City Bus	606 132,39	276 234,53	0,456
Karosa B 741	716 277,27	388 635,55	0,543
Solaris Urbino 12	3 639 265,68	641 086,62	0,176
Solaris Urbino 15	2 119 833,39	483 252,49	0,228
Karosa B 961	792 063,28	148 611,36	0,188

Tabulka 5.11: Trolejbusy – spotřeba pneumatik za rok 2008

Typ trolejbusu	Ujeté vozkm za rok	Pneumatiky	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Škoda 14 Tr	1 007 888,49	240355,10	0,238
Škoda 21 Tr	679 175,18	161614,67	0,238
Škoda 15 Tr	332 821,63	79299,89	0,238
Solaris Trollino 12 AC	814 423,41	192404,30	0,236
Solaris Trollino 15 AC	190 641,21	45356,29	0,238
Solaris Trollino 18 AC	50 883,94	12111,99	0,238

5.3.1.4 Spotřeba provozních kapalin

Spotřeba provozních kapalin se liší u autobusů a trolejbusů. Spotřeba je pečlivě sledována a vyhodnocována.

Spotřeba provozních kapalin je vyšší u autobusů z důvodu většího množství potřebných provozních kapalin. Do těchto kapalin patří: motorový a převodový olej, maziva, chladicí kapalina, brzdná kapalina a náplň do ostřikovače.

U trolejbusů jsou to tyto provozní kapaliny: převodový a hydraulický olej, brzdná kapalina, maziva a náplň do ostřikovače.

Zvýšená spotřeba provozních kapalin na rozdíl od průměrných hodnot může být zapříčiněna stářím vozidel nebo netěsností spojů u mazací či chladicí soustavy. Tyto netěsnosti musí být odstraněny, protože dochází k únikům provozních kapalin jak na dopravní cestě, tak na odstavných plochách. Tyto úniky mají negativní vliv na životní prostředí.

V tabulkách 5.12 a 5.13 jsem uvedl hodnoty nákladů spotřebovaných provozních kapalin za rok 2008.

Tabulka 5.12: Autobusy – spotřeba provozních kapalin za rok 2008

Typ autobusu	Ujeté vozkm za rok	Provozní kapaliny	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Karosa B 732	2 372 969,31	256 545,35	0,12
Renault City Bus	606 132,39	65 529,90	0,12
Karosa ř. B 741	716 277,27	77 437,83	0,12
Solaris Urbino 12	3 639 265,68	393 446,59	0,12
Solaris Urbino 15	2 119 833,39	229 178,44	0,12
Karosa ř. B 961	792 063,28	85 631,18	0,12

Tabulka 5.13: Trolejbusy – spotřeba provozních kapalin za rok 2008

Typ trolejbusu	Ujeté vozkm za rok	Provozní kapaliny	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Škoda 14 Tr	1 007 888,49	42 704,95	0,04
Škoda 21 Tr	679 175,18	56 869,38	0,08
Škoda 15 Tr	332 821,63	19 579,74	0,06
Solaris Trollino 12 AC	814 423,41	54 688,30	0,07
Solaris Trollino 15 AC	190 641,21	14 039,97	0,07
Solaris Trollino 18 AC	50 883,94	9 106,02	0,18

Při porovnání těchto tabulek je zřejmé, že náklady na provozní kapaliny jsou u všech typů trolejbusů menší.

5.3.1.5 Opravy a údržba

Úkolem údržby je odstranit závady vzniklé během provozu a nespadající do plánované údržby. Množství poruch u autobusů a trolejbusů je úměrné technickému stavu vozidla. Dále může být porucha ovlivněna technikou jízdy řidiče, stářím vozidla, kvalitou vozidla, kvalitou údržby atd.

Některé poruchy u autobusů a trolejbusů jsou shodné např. porucha vzduchové brzdové soustavy. Trolejbusy jsou význačné poruchami např. elektrické ovládání otevírání a zavírání dveří, elektrovýstroje atd. Mezi nejvíce opotřebované součásti patří uhlíky na sběračích. U autobusů jsou to poruchy např. příslušenství motoru, pneumatické ovládání otevírání a zavírání dveří.

U trolejbusů vyplývají vysoké náklady z delší životnosti vozidel a vyšší náročnosti na údržbu, jak lze vidět v tabulce 5.14. Také je to dáno nedostatečnou obnovou vozidlového parku, ale nižší provozní spolehlivostí dnešních typů trolejbusů. Autobusy jsou známé kratší životností oproti trolejbusům. Je to dáno i jednodušší údržbou některých komponentů s tím i související náklady viz. tabulka 5.15

Pravidelná údržba

Pravidelná údržba je stanovena pro jednotlivé typy vozidel v daných intervalech. Tyto intervaly jsou dány směrnicí, která byla vydána v souladu se zákonem č. 56/2001 Sb., ve znění vyhlášek č. 302/2001 Sb. a č. 341/2002 Sb., navazujících odborných předpisů, technických norem a požadavků výrobců autobusů a trolejbusů. Tato směrnice je závazná pro všechny pracovníky, kteří se podílejí na organizaci a provádění údržby autobusů a trolejbusů MHD. V této směrnici jsou prohlídky rozděleny do skupin P1, P2, P3, P4, P5, P6. Stanovené pravidelné údržby jsem uvedl v příloze 2.

Tabulka 5.14: Autobusy – opravy a údržba za rok 2008

Typ autobusu	Ujeté vozkm za rok	Opravy a údržba	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Karosa B 732	2 372 969,31	12 295 148,53	5,18
Renault City Bus	606 132,39	4 130 587,95	6,81
Karosa B 741	716 277,27	4 000 956,81	5,59
Solaris Urbino 12	3 639 265,68	8 048 600,28	2,21
Solaris Urbino 15	2 119 833,39	7 679 883,22	3,62
Karosa B 961	792 063,28	3 212 318,42	4,06

Tabulka 5.15: Trolejbusy – opravy údržba za rok 2008

Typ trolejbusu	Ujeté vozkm za rok	Opravy a údržba	
		Kč/rok	Kč/vozkm
Škoda 14 Tr	1007888,49	7570086,51	7,51
Škoda 21 Tr	679175,18	8763785,45	12,90
Škoda 15 Tr	332821,63	5955264,00	17,89
Solaris Trollino 12 AC	814423,41	2602488,16	3,20
Solaris Trollino 15 AC	190641,21	1170336,80	6,14
Solaris Trollino 18 AC	50883,94	223574,93	4,39

5.3.1.6 Odpisy dopravních prostředků

Výše odpisu jednotlivých typů autobusů a trolejbusů se vypočte pomocí zjištěných pořizovacích cen vozidel. Pořizovací ceny autobusů a trolejbusů jsou uvedeny v tabulkách 5.16 a 5.17. Společnost DPO a.s. odpisuje autobusy a trolejbusy po dvanácti letech rovnoměrným odpisováním. Odpisy u jednotlivých typů autobusů a trolejbusů za rok 2008 byly určeny s přihlédnutím na stáří provozovaných vozidel. Zde je nutné podotknout, že část vozidel je už finančně odepsána nebo se odepisují jen finance, které byly investovány například do informačního systému v těchto vozech. Patří zde autobusy Karosa B 732, 741 a u trolejbusu je to Škoda 14 Tr.

Množství nákladů na autobusy a trolejbusy za rok 2008 neuvádím z důvodu neobjektivního pohledu. Na jednotlivé vozy je poskytována dotace v různé výši při pořízení.

Tabulka 5.16: Autobusy – pořizovací ceny

Typ autobusu	Pořizovací cena [Kč]	Rok uvedení do provozu
Karosa ř. B 732	2 851 000	1996
Renolt City Bus	5 775 000	1999
Karosa ř. B 741	4 020 000	1996
Solaris Urbino 12	5 684 000	2004
Solaris Urbino 15	6 996 000	2005
Karosa ř. B 961	5 457 000	2004

Tabulka 5.17: Trolejbusy – pořizovací ceny

Typ trolejbusu	Pořizovací cena [Kč]	Rok uvedení do provozu
Škoda 14 Tr	1 644 000	1992
Škoda 21 Tr	8 332 000	2001
Škoda 15 Tr	2 700 000	1994
Solaris Trollino 12 AC	9 508 000	2008
Solaris Trollino 15 AC	11 052 000	2006
Solaris Trollino 18 AC	13 216 000	2006

5.3.1.7 Shrnutí vybraných parametrů

Součtem vybraných položek kalkulačního vzorce, kterými jsem se zabýval, zjistím provozní náklady na vybrané typy autobusů a trolejbusů. Z tabulky 5.18 jsem zjistil, že nejmenší náklady na provoz na 1vozk za rok 2008 měly autobusy Solaris Urbino 12 a mezi trolejbusy to je Solaris Trollino 12 AC. Naopak nejvyšší náklady na provoz měli autobusy Renault City Bus a u trolejbusů to je Škoda 15 Tr.

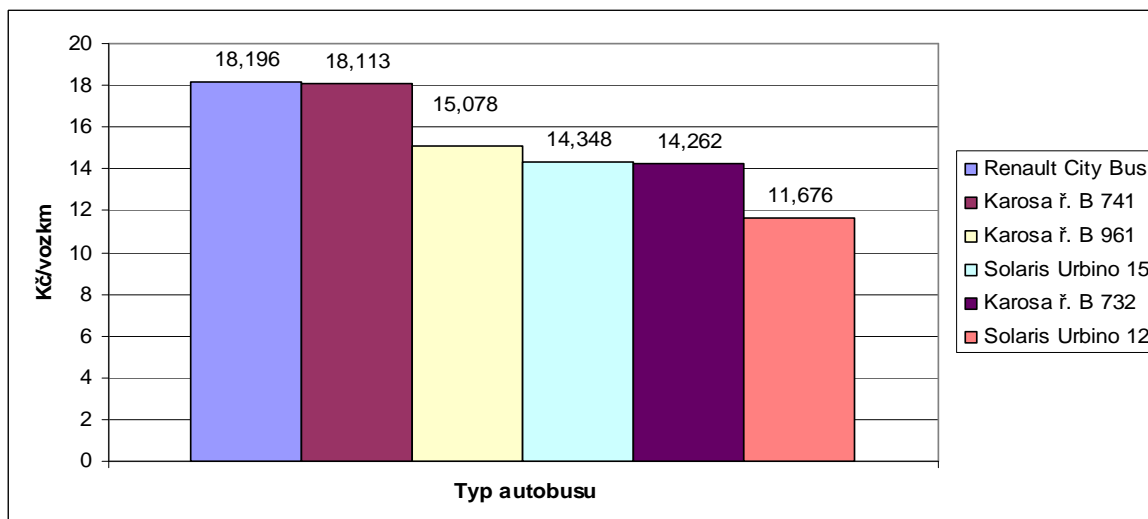
Tabulka 5.18: Autobusy a trolejbusy – vybrané parametry přepočtené na 1vozk za rok 2008

Typ autobusu	Pohonné hmoty	Pneumatiky	Provozní kapaliny	Opravy a údržba	Celkem
	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk
Karosa B 732	8,48	0,482	0,12	5,18	14,262
Renault City Bus	10,81	0,456	0,12	6,81	18,196
Karosa B 741	11,86	0,543	0,12	5,59	18,113
Solaris Urbino 12	9,17	0,176	0,12	2,21	11,676
Solaris Urbino 15	10,38	0,228	0,12	3,62	14,348
Karosa B 961	10,71	0,188	0,12	4,06	15,078

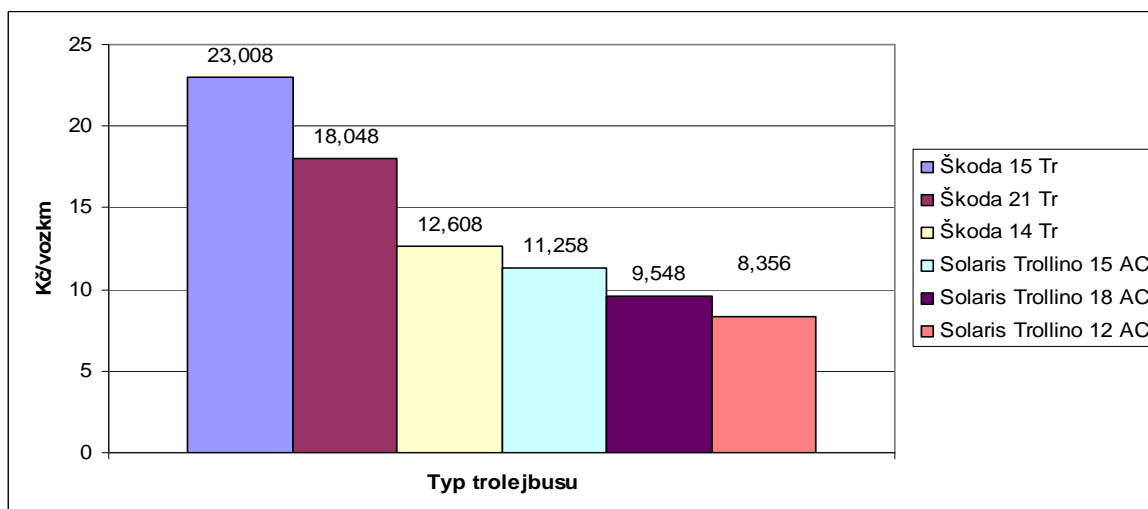
Typ trolejbusu	Trakční energie	Pneumatiky	Provozní kapaliny	Opravy a údržba	Celkem
	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk	Kč/vozk
Škoda 14 Tr	4,82	0,238	0,04	7,51	12,608
Škoda 21 Tr	4,83	0,238	0,08	12,9	18,048
Škoda 15 Tr	4,82	0,238	0,06	17,89	23,008
Solaris Trollino 12 AC	4,85	0,236	0,07	3,2	8,356
Solaris Trollino 15 AC	4,81	0,238	0,07	6,14	11,258
Solaris Trollino 18 AC	4,74	0,238	0,18	4,39	9,548

Při srovnání vykazují trolejbusy nižší provozní náklady oproti autobusům. V příloze 3 jsou uvedeny grafy týkající se porovnávání položek u vybraných autobusů a trolejbusů.

Graf 5.10: Autobusy – provozní náklady



Graf 5.11: Trolejbusy – provozní náklady



5.4 Hodnocení kvality autobusů a trolejbusů

5.4.1 Bezpečnost dopravy

Všechny dopravní prostředky by měly vyhovovat požadavkům bezpečnosti, hospodárnosti i případně zvláštnostem přepravovaných nákladů a v osobní dopravě optimálnímu pohodlí cestujících. Již při konstrukci vozidel musí být zajištěna bezpečnost provozu. Její význam se neustále zvyšuje spolu s růstem rychlostí přepravy i kapacitou dopravních prostředků. Dopravní provoz je v každé dopravě vymezen soustavou provozních předpisů i kontrolou dodržování a přezkušováním jejich znalosti. Zajišťování bezpečnosti provozu má v dopravě mimořádný význam, protože při jejím nedodržování dochází k ohrožení lidských životů, které jsou nenahraditelné, také dochází ke ztrátě velkých hodnot, které představují dopravní prostředky.

Bezpečnost v dopravě je tedy zajištěna dodržováním předpisů, které vymezují jak konstrukční prvky dopravních prostředků, tak i údržbu a provoz. K jejímu zvýšení přispívá stále dokonalejší technické vybavení i zabezpečení maximálního pohodlí pracovníků, kteří je řídí.

5.4.2 Spolehlivost a přesnost

Spolehlivostí dopravního prostředku chápeme jeho pohotovost a faktory, které ji ovlivňují, především bezporuchovost. Dopravní prostředky v silniční dopravě slouží v rozmanitých, někdy velmi náročných provozních podmínkách. Nelze proto zcela vyloučit poruchy v jejich provozu. Přesto se dopravní prostředky ve své spolehlivosti dosti liší. Zpravidla ty spolehlivější mají vyšší pořizovací cenu anebo vyšší náklady na provoz. Vyšší poruchovost znamená nejen zvýšené náklady na opravy a údržbu ale i výpadky v přepravě a s tím spojené náklady na jeho hrazení, ale může také způsobit snížení kvality poskytovaných služeb.

5.4.2.1 Ujeté km na výpadek v dopravě

Toto množství ujetých kilometrů má v sobě obsažena hodnotu bezporuchovosti a tudíž spolehlivosti daného vozidla a je významným porovnávacím parametrem kvality dopravy.

Výpadek na trati má svůj dopad, jak na cestujícího tak i na dopravce. Dopravce musí nahradit porouchané vozidlo náhradním vozidlem. Při této výměně vzniká časová ztráta, která má dopad na cestující.

Porovnáním tabulek 5.19 a 5.20 lze zjistit rozdílné velikosti ujetých km na výpadek u porovnávaných autobusů a trolejbusů. Nejblíže podobné hodnoty jsou u standardně provedených autobusů a trolejbusů.

Tabulka 5.19:Autobusy - ujeté km na výpadek za rok 2008

Typ autobusu	Ujeté vozkm za rok	Počet výpadků	Ujeté kilometry na výpadek [km]
Karosa B 732	2 372 969,31	125	18 983,8
Renolt City Bus	606 132,39	27	22 449,3
Karosa B 741	716 277,27	72	9 948,3
Solaris Urbino 12	3 639 265,68	63	57 766,1
Solaris Urbino 15	2 119 833,39	85	24 939,2
Karosa B 961	792 063,28	34	23 296,0

U autobusů mají nejvíce ujetých km do výpadku autobusy Solaris Urbino 12 nejméně ujetých km autobusy Karosa B 741.

Tabulka 5.20: Trolejbusy – ujeté km na výpadek za rok 2008

Typ trolejbusu	Ujeté vozkm za rok	Počet výpadků	Ujeté kilometry na výpadek [km]
Škoda 14 Tr	1 007 888,49	48	20 997,7
Škoda 21 Tr	679 175,18	63	10 780,6
Škoda 15 Tr	332 821,63	58	5 738,3
Solaris Trollino 12 AC	814 423,41	37	22 011,4
Solaris Trollino 15 AC	190 641,21	25	7 625,6
Solaris Trollino 18 AC	50 883,94	1	50 883,9

U trolejbusů mají nejvíce ujetých km do výpadku trolejbus Solaris Trollino 18 AC a nejméně ujetých km trolejbusy Škoda 15 Tr.

5.4.3 Pohodlí přemístění

V této kapitole budu porovnávat některá kritéria, které jsem posuzoval u jednotlivých druhů doprav a jednotlivých typů vozidel. Posuzoval jsem vnitřní hluk ve vybraných typech vozidel, kvalitu jízdy a vnitřní uspořádání vozidel.

Vnitřní hluk

Při mém subjektivním porovnávání vnitřního hluku ve vozidlech jsem dospěl k názoru, že starší typy trolejbusů (Škoda 14, 15, 21 Tr) jsou hlučnější oproti starším typům autobusu (Karosa B 732, 741, Renault City Bus). Novější vozy jako je u trolejbusů (Solaris Trollino 12, 15, 18 AC) jsou v porovnání s autobusy (Solaris Urbino 12, 15, 18) poměrně stejné hlučné. Při svém porovnání jsem měl možnost jed i s autobusem Solaris Urbino 18, který ve své práci neuvádím.

Kvalita jízdy

U trolejbusů hodnotím kvalitu v rozjezdu a v brzdění. Rozjezdy jsou dynamičtější a plynulejší. U autobusů se samočinnou převodovkou je rozjezd také plynulý ale dochází k jemnému trhnutí při přechodu na vyšší rychlostní stupeň. U autobusu bez samočinných převodovek toto trhání je podstatně větší.

Vnitřní uspořádání vozidel

Autobusy a trolejbusy ve stejném provedení karoserie a od stejného výrobce např. Solaris a stejné délkové kategorie mají podobné provedení interiéru. Rozdílné je jen některé uspořádání sedadel.

5.4.4 Vliv autobusů a trolejbusů na životní prostředí

Vliv dopravy na krajinu

V posledních letech dochází k vysokému nárůstu silniční dopravy. Lidé více používají automobilů jako přepravních a dopravních prostředků a jejich okolí je čím dál více zamořováno výfukovými zplodinami z motorů, hlukem a prachem. Doprava se stává samostatným vědním oborem a jednou ze snah tohoto oboru je ochrana životního prostředí.

Veřejná autobusová a trolejbusová doprava spadá do silniční dopravy, která má velký vliv na změnu reliéfu krajiny budováním dopravních děl a zařízení (mosty, tunely, parkoviště, atd.) a má za následek velký úbytek zemědělské a lesnické půdy, zasolování půd a povrchových vod, znečišťování vod a půd. Dalším negativem je vydáváním hluku a vibrací dopravními prostředky a zároveň výfukové plyny a prach, které silniční doprava produkuje. Jedním z dalších vlivů je také spotřeba kyslíku, který je potřebný pro proces spalování směsi v motoru nebo spalování tuhých paliv v tepelných elektrárnách pro výrobu elektrické energie.

Vliv autobusů na životní prostředí

Autobusy zamořují ovzduší svými výfukovými plyny spalovacích motorů. Výfukové plyny mají vysoký podíl na vzniku skleníkových plynů, kyselých dešťů a tím související úbytek ozónové vrstvy. Nejen výfukové plyny ničí životní prostředí, ale i provozní kapaliny, které mohou z vozidla unikat. Starší vozidla jsou na tyto úniky náchylnější. K významnému snížení emisí přispívá obnova vozidlového parku. Nákupem nových vozů splňující emisní normy EURO 5 dochází k výraznému snížení emisí.

Vliv trolejbusů na životní prostředí

Trolejbusy neprodukují žádné exhalace v místě dopravní obsluhy, ale jejich motory jsou napájeny elektrickou energií, která se vyrábí v tepelných, vodních, větrných a jaderných elektrárnách. Tepelné elektrárny při výrobě elektrické energie vylučují do ovzduší oxid uhličitý, který zapříčiňuje tvorbu skleníkového efektu. U jaderných elektráren je problém s uložením jaderného odpadu. Při využití elektrické energie z vodních a větrných elektráren tyto dopady na životní prostředí odpadají.

Pokles emisí z provozu MHD vede ke zlepšení ovzduší. Jejich negativní vliv je výrazně větší, než odpovídá jejich podílu na celkových emisích. Je to dáno bezprostředním stykem emisí s lidským organismem na zastávkách a u městských komunikací.

6 Závěr a vyhodnocení

V první části páté kapitoly jsem se zaměřil na provozní hodnocení autobusů a trolejbusů. Nejprve jsem hodnotil celkovou obsaditelnost u vybraných typů vozů. Zjistil jsem, že hodnoty obsaditelnosti jsou srovnatelné. Dále jsem posuzoval cestovní a oběžnou rychlost. Srovnáním jsem dospěl k závěru, že rychlosti obou dopravních prostředků jsou odlišné. Důvodem odlišnosti je vedení linek, zda jsou vedeny centrem města nebo jejím okrajem atd. Také je to dáno omezenou rychlostí trolejbusů při průjezdu křižovatkových armatur a výhybek.

Dalším bodem páté kapitoly bylo hodnocení výkonnosti. Zde mi vyšly přibližně stejné hodnoty přepravených osob na jeden vozkm. U autobusů to bylo 2,59 osob přepravených na jeden vozkm a u trolejbusů 2,52 osob na jeden vozkm. U počtu přepravených osob jsem zjistil, že autobusy průměrně přepravily 14 7810 osob/rok a trolejbusy 12 1047 osob/rok.

Následující podkapitola se zabývala ekonomickým hodnocením. Výpočty se podařilo dokázat, že trolejbusová doprava je nákladnější v porovnání s autobusovou a to o 14,65 Kč na jeden vozkm. Důvodem tak velkého rozdílu jsou vysoké pořizovací ceny trolejbusů, odpis a udržování dopravních zařízení, jako jsou měnírny a trolejové vedení. Při porovnávání vybraných položek kalkulačního vzorce u vybraných typů autobusů a trolejbusů jsem zjistil, že téměř všechny trolejbusy mají menší provozní náklady oproti autobusům. Toto je zapříčiněno menšími náklady na trakční energii a provozní kapaliny. Mezi autobusy, které mají nejmenší provozní náklady se řadí Solaris Urbino 12, 15 a Karosa B 732 u trolejbusů je to Solaris Trollino 12, 15 a 18 AC.

V poslední podkapitole jsem se věnoval hodnocení kvality. Mezi parametry kvality jsem zařadil bezpečnost dopravy, spolehlivost a přesnost, pohodlí přemístění, vliv autobusů a trolejbusů na životní prostředí. Při hodnocení spolehlivosti jsem zjistil, že nejvíce ujetých kilometrů na výpadek za rok 2008 měly tyto typy autobusů: Solaris Urbino 12, 15 a Karosa B 961. Mezi trolejbusy se řadí k nejspolehlivějším tyto typy vozů: Solaris Trollino 12, 18 AC a Škoda 14 Tr.

Podle vypočtených ekonomických a kvalitativních výsledků je zřejmé, že autobusy a trolejbusy značky Solaris patří mezi nejekonomičtější a nejspolehlivější. Nejlepších výsledků dosáhl autobus Solaris Urbino 12 a u trolejbusů je to Solaris Trollino 12 AC.

Podle mého názoru má trolejbusová doprava nezastupitelné místo v centrech větších měst, kde je nutné snížit emisní a hlukové vlivy automobilové dopravy. Trolejbusová doprava je vhodná tam, kde je vysoká hustota obyvatel a dopravy a kde již není možné zvyšovat negativní vlivy automobilové dopravy. Trolejbusy jsou poháněny elektrickou energií, která je vyráběna z místních zdrojů v tuzemských elektrárnách. Elektřina je ekologický čistý pohon a na rozdíl od ropy či zemního plynu se jedná o obnovitelnou formu energie.

Autobusy se používají ve všech dopravních sítích MHD, jako jediný prostředek s koordinací s jiným druhem dopravy. Autobusová doprava je nedílnou součástí při zajištění dopravy v okrajových částech měst. V dnešní době jsou vyráběny autobusy, které mají velmi nízké emise a hlučnost, ale těchto vozidel je ještě poměrně málo. Stále převažují vozy s nízkými emisními normami EURO. Dojde-li k úplné obnově vozových parků za vozidla s ekologickým provozem, tak je možné nahradit trolejbusy za autobusy.

7 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo provést provozně-ekonomické porovnání autobusové a trolejbusové dopravy ve městě Ostrava a vyslovit odpovídající závěry.

V první části práce byl proveden popis současného stavu autobusové a trolejbusové dopravy v DPO a.s. Dále jsem provedl posouzení technických, technologických a ekonomických parametrů autobusové a trolejbusové dopravy provozované ve městech v ČR.

Následující kapitola byla věnována popisu hodnotících metod provozně-ekonomického porovnání. Pomocí těchto metod jsem porovnával autobusovou a trolejbusovou dopravu ve městě Ostrava.

Z předchozí kapitoly byly vysloveny odpovídající závěry a vyhodnocení jednotlivých druhů doprav.

Použitá literatura

- [1] DANĚK, A. a kol.: *Oprávenství silničních vozidel (vybrané statě)*, VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2000, 1. vydání, ISBN 80-7078-779-1
- [2] FOLPRECHT, J. a kol.: *Městská hromadná doprava (vybrané statě)*. Ediční středisko VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2005, ISBN 80-248-0769-6
- [3] Interní materiály k problematice z DPO a.s.
- [4] SUROVEC, P.: *Provoz a ekonomika silniční dopravy I*. Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 1. vydání, Ostrava 200, ISBN 80-7078-735-X
- [5] Technická dokumentace autobusů a trolejbusů
- [6] Výroční zpráva DPO a.s., 2007
- [7] www.dpo.cz
- [8] www.karosa.cz
- [9] www.skoda.cz
- [10] www.solaris.pl
- [11] www.sor.cz
- [12] www.svetmhd.net
- [13] www.tedom.cz

Seznam příloh

Příloha 1: Technické parametry autobusů a trolejbusů

Příloha 2: Plánovaná údržba autobusů a trolejbusů

Příloha 3: Grafy – spotřeba pohonných hmot a trakční energie,
pneumatik, provozních kapalin, opravy a údržba u
vybraných autobusů a trolejbusů

Příloha 1

Technické parametry autobusů

Karosa B 732

Typ autobusu	B 732.00	B 732.40	B 732.1654	B 732.1666
Rozměry				
délka [mm]	11 055	11 055	11 055	11 055
šířka [mm]	2 500	2 500	2 500	2 500
výška [mm]	3 165	3 165	3 165	3 165
Obsaditelnost				
míst k sezení	31	31	31	31
míst ke stání	59	59	59	59
Motor				
značka	Liaz	Liaz	Liaz	Liaz
typ	ML 635	ML 636	ML 636 P	ML 636 E
zvihový objem [cm ³]	11 940	11 940	11 940	11 940
výkon [kW]	148	152	152	175
maximální rychlost [km/h]	70	78	84	87
Převodovka				
typ	Praga 5P	Praga 5P	Praga 5P	Praga 5P
Hmotnost				
pohotovostní hmotnost [kg]	9 400	9 400	9 400	9 400
celková hmotnost [kg]	15 780	15 780	15 780	15 780

Karosa B 741

Typ autobusu	B 741.1908	B 741.1922	B 741.1924
Rozměry			
délka [mm]	17 355	17 355	17 355
šířka [mm]	2 500	2 500	2 500
výška [mm]	3 165	3 165	3 165
Obsaditelnost			
míst k sezení	29	29	29
míst ke stání	76	76	76
Motor			
značka	Liaz	Liaz	Liaz
typ	ML 637 P	ML 636 E	ML 636 E
zvíhový objem [cm ³]	11 940	11 940	11 940
výkon [kW]	180	180	180
maximální rychlost [km/h]	71	71	71
Převodovka			
typ	Zf 4HP 500	Zf 4HP 500	Voith D 863.3
Hmotnost			
pohotovostní hmotnost [kg]	13 700	13 700	13 700
celková hmotnost [kg]	25 600	25 600	25 600

Karosa B 961

Typ autobusu	B 961
Rozměry	
délka [mm]	17 590
šířka [mm]	2 500
výška [mm]	3 165
Obsaditelnost	
míst k sezení	45
míst ke stání	122
Motor	
značka	Iveco Cursor
typ	
zvíhový objem [cm ³]	7 790
výkon [kW]	213
maximální rychlost [km/h]	70
Převodovka	
typ	Voith D 854.3
Hmotnost	
pohotovostní hmotnost [kg]	14 400
celková hmotnost [kg]	26 000

Karosa – Renault City Bus

Typ autobusu	Renault City Bus 12M		
Rozměry			
délka [mm]	11 990		
šířka [mm]	2 500		
výška [mm]	2 924		
Obsaditelnost			
míst k sezení	26		
míst ke stání	73		
Motor			
značka	Iveco Cursor 8	Renault MIDR	Iveco Cursor 8
typ			
zvíhový objem [cm ³]	7 790	9 840	7 790
výkon [kW]	180	186	213
maximální rychlost [km/h]	74	83	89
Převodovka			
typ	Voith D 851	ZF 4HP	Voith D 854
Hmotnost			
pohotovostní hmotnost [kg]	11 200	11 200	11 200
celková hmotnost [kg]	18 000	18 000	18 000

Solaris Urbino 12, 15

Typ autobusu	Solaris Urbino 12	Solaris Urbino 15
Rozměry		
délka [mm]	12 000	14 590
šířka [mm]	2 550	2 550
výška [mm]	2 850	2 850
Obsaditelnost		
míst k sezení	29	44
míst ke stání	76	120
Motor		
značka	Man	Daf
typ	D-0826 LOH 17	
zvíhový objem [cm ³]	7 790	9 186
výkon [kW]	162	228
maximální rychlost [km/h]	80	80
Převodovka		
typ	Voith D 854.3	ZF 6HP
Hmotnost		
pohotovostní hmotnost [kg]	10 800	13 500
celková hmotnost [kg]	18 000	24 000

Technické parametry trolejbusů

Škoda 14, 15, 21 Tr

Typ trolejbusu	Škoda 14 Tr	Škoda 15 Tr	Škoda 21 Tr
Rozměry			
délka [mm]	11 340	17 720	11 760
šířka [mm]	2 500	2 500	2 500
výška [mm]	3 410	3 410	3 365
Obsaditelnost			
míst k sezení	29	44	26
míst ke stání	51	106	60
Motor			
trvalý výkon [kW]	100	200	132
maximální rychlost [km/h]	65	65	65
Hmotnost			
pohotovostní hmotnost [kg]	10 000	16 400	10 950
celková hmotnost [kg]	16 000	26 600	16 900

Solaris Trollino 12, 15, 18 AC

Typ trolejbusu (Solaris)	Trollino 12 AC	Trollino 15 AC	Trollino 18 AC
Rozměry			
délka [mm]	12 000	14 590	18 000
šířka [mm]	2 550	2 550	2 550
výška [mm]	3 300	3 300	3 450
Obsaditelnost			
míst k sezení	28 - 34	36 - 40	49
míst ke stání	56 - 68	120 - 124	83
Motor			
trvalý výkon [kW]	175	175	250
maximální rychlost [km/h]	70	70	70
Hmotnost			
pohotovostní hmotnost [kg]	11 340	13 800	19 700
celková hmotnost [kg]	18 000	25 000	28 000

Příloha 2

Plánovaná údržba autobusů - dle typových řad

Autobusy Karosa řady 700, 900, Renault City Bus

Prohlídka stupně P1	-	po ujetí 10 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P2	-	po ujetí 20 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P3	-	po ujetí 30 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P4	-	po ujetí 40 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P5	-	po ujetí 50 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P6	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 500 km

Autobusy Solaris řady Urbino 12 a 15

Prohlídka stupně P1	-	po ujetí 15 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P3	-	po ujetí 30 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P4	-	po ujetí 45 000 km s tolerancí + / - 500 km
Prohlídka stupně P6	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 500 km

Plánovaná údržba trolejbusů - dle typových řad

Trolejbusy Škoda řady Tr 14, 15, 21

Denní obsluha	-	denně, max. po ujetí 500 km
Prohlídka stupně Z	-	po ujetí 5000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně A	-	po ujetí 10 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně B	-	po ujetí 20 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně C	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně CO	-	po ujetí 180 000 km s tolerancí + / - 10 %

Trolejbusy SOLARIS řady TROLLINO 12 AC a 15 AC – I. Generace

Denní obsluha	-	denně, max. po ujetí 500 km
Prohlídka stupně Z	-	po ujetí 5000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P1	-	po ujetí 10 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P3	-	po ujetí 30 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P6	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P9	-	po ujetí 90 000 km s tolerancí + / - 10 %

Trolejbusy SOLARIS řady TROLLINO 12 AC a 15 AC – II. Generace

Denní obsluha	-	denně, max. po ujetí 500 km
Prohlídka stupně P1	-	po ujetí 10 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P3	-	po ujetí 30 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P6	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P9	-	po ujetí 90 000 km s tolerancí + / - 10 %

Trolejbusy SOLARIS řady TROLLINO 12 AC, 15 AC a 18 AC – III. Generace

Denní obsluha	-	denně, max. po ujetí 500 km
Prohlídka stupně P1	-	po ujetí 30 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P2	-	po ujetí 60 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P3	-	po ujetí 90 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P4	-	po ujetí 120 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P5	-	po ujetí 150 000 km s tolerancí + / - 10 %
Prohlídka stupně P6	-	po ujetí 180 000 km s tolerancí + / - 10 %

Příloha 3

